



Station d'épuration d'Amphitria – Cap Sicié Réparation de la digue de protection et de l'émissaire

Mission de maîtrise d'œuvre

RAPPORT D'AVANT-PROJET

Affaire : CORTPM-46-2018

Référence du document : AVP-MEM-01-2

Mai 2020

Edition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Etienne SAVIGNY Jean ZUCALLI Florence TRAMONI	02/05/2020
Vérifié par	Etienne SAVIGNY	19/05/2020
Validé par	Stephan LENORMAND	19/05/2020

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
0	29/01/2020	Rapport d'avant-projet	Version Initiale
1	30/03/2020	Rapport d'avant-projet	Modification suite réunion du 12 mars 2020.
2	02/05/2020	Rapport d'avant-projet	Modification suite remarques MOA

RESUME

Ce rapport présente l'avant-projet pour les travaux de réparation de la digue de protection et de l'émissaire de la station d'épuration du Cap Sicié.

SOMMAIRE

1	Introduction	6
1.1	Préambule	6
1.2	Objet du rapport	7
1.3	Données d'entrées disponibles	7
2	Caractéristiques de l'ouvrage existant	9
2.1	Structure de la digue	9
2.2	L'émissaire existant	9
2.2.1	Ouvrage Raccordement à Terre	9
2.2.2	Sous la digue	14
2.2.3	Ouvrage Sarcophage	15
2.2.4	Diffuseur	16
3	Synthèse de l'analyse diagnostic	17
3.1	Digue en Accropodes	17
3.2	Emissaire	18
4	Dimensionnement de la solution technique	19
4.1	Vérification de la stabilité des éléments constituant la digue de protection	19
4.1.1	Stabilité des Accropodes ITM	19
4.1.2	Dimensionnement de la sous-couche	21
4.1.3	Dimensionnement de la butée de pied	24
4.2	Dimensionnement de l'émissaire	26
4.2.1	Section de l'émissaire	26
4.2.2	Profil et pente de l'émissaire	26
4.2.3	Matériaux de l'émissaire	27
4.2.4	Curage de la conduite	28
5	Présentation des travaux	29
5.1.1	Réalisation du raccordement sur la chambre existante	29
5.1.2	Réalisation de la nouvelle conduite et sa protection	30
5.1.3	Dépose et repose des accropodes	32
5.1.4	Reprise de la butée de pied	32
5.2	Méthodologie de travaux	34
5.2.1	Prestations préliminaires	34
5.2.2	Travaux émissaire	35
5.2.3	Travaux digue	36
6	Estimation du coût des travaux	37
6.1	Estimation Voie Terrestre	38
6.2	Estimation Voie Maritime	39

7	Planning	40
7.1	Planning Voie Terrestre.....	40
7.2	Planning Voie Maritime.....	41

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	Zone d'études.....	6
Figure 2	Coupe type de principe de la digue réalisée par ARTELIA lors du diagnostic préliminaire et légèrement modifiée.....	9
Figure 3	Coupe Chambre de Raccordement à Terre (source Plan d'exécution Émissaire sous digue SPADA 1993).....	10
Figure 4	Vue en Plan chambre de Raccordement à Terre (source Plan d'exécution Émissaire sous digue SPADA 1993).....	10
Figure 5	Extrait de plan montrant le détail de la chambre amont de l'émissaire (source Plan d'exécution Émissaire sous digue SPADA 1993).....	11
Figure 6	Coupe du bâtiment et de la chambre (source Station d'Épuration de Toulon Ouest au Cap Sicié – OTV 1993).....	12
Figure 7	Retranscription des émissaires et coupes type de la chambre de raccordement B par Corinthe Ingénierie (reliée à l'émissaire de rejet en mer) (source plans SPADA 07/1993 - OTV 01/1993 - relevé géomètre OPSIA 12/2019).....	13
Figure 8	Coupe émissaire sous digue.....	14
Figure 9	Coupe transversale émissaire sous l'emprise de la digue (source Plan d'exécution Émissaire sous digue SPADA 1993).....	14
Figure 10	Coupe longitudinale du sarcophage béton (source SPADA 1993).....	15
Figure 11	Vue en plan de la butée des ACCROPODEST™ (source SPADA 1993).....	15
Figure 12	Coupe longitudinale du diffuseur (Source SPADA 1993).....	16
Figure 13	Vue en plan du Diffuseur (Source SPADA 1993).....	16
Figure 14	Exemple de trous dans la conduite de rejet.....	18
Figure 15	Extraction des caractéristiques de la houle en pied de digue pour la direction Sud N180° (ACRHN 2014 – rapport annexe 4).....	20
Figure 16	Coefficient K_d en fonction de la pente du fond marin devant l'ouvrage.....	20
Figure 17	Volume des blocs de la carapace en fonction de la hauteur de houle.....	21
Figure 18	Corrélogramme H_m0/T_{pic} au point 7390 (extrait de l'annexe 9).....	22
Figure 19	Distribution des H_s (extrait de l'annexe 9).....	23
Figure 20	Extrait du plan d'exécution : calepinage buse béton.....	26
Figure 21	Profil en long de l'émissaire existant.....	26
Figure 22	principe de la mise en place du nouvel émissaire.....	29
Figure 23	comparaison de la zone de dépose des Accropodes pour la mise en place de l'émissaire avec celle nécessaire du fait des problématiques observés.....	32
Figure 24	Vue en plan et coupe profil concernant la reprise de la butée de pied en enrochement 6/10T.....	34

LISTE DES PLANS

Recapitulatif des plans		
Fichier DWG	N° du plan	Description
COR-046-18-AVP-PLAN-01-1	COR-046-18-AVP-PLAN-01-1	ETAT DES LIEUX EXISTANT "Tunnel"
COR-046-18-AVP-PLAN-02-0	COR-046-18-AVP-PLAN-02-0	ETAT DES LIEUX EXISTANT "Digue"
	COR-046-18-AVP-PLAN-03-0	VUE EN PLAN CHAMBRE ET EMISSAIRE PROJET
	COR-046-18-AVP-PLAN-04-0	PLAN DE MASSE PROJET
	COR-046-18-AVP-PLAN-05-0	IMPACT DU PROJET SUR FAUNE ET FLORE
	COR-046-18-AVP-COUP-01-0	CAHIER DE COUPES GENIE CIVIL MARITIME
COR-046-18-AVP-METH-03-0	COR-046-18-AVP-METH-03-0	METHODOLOGIE D'EXECUTION DES TRAVAUX "Butée de pied"
COR-046-18-AVP-METH-04-0	COR-046-18-AVP-METH-04-0	METHODOLOGIE D'INTERVENTION SUR LA CHAMBRE EMISSAIRE EXISTANTE "Travaux de nuit"

1 INTRODUCTION

1.1 PREAMBULE

La métropole de Toulon Provence Méditerranée (MTPM) gère au titre de sa compétence assainissement, la station d'épuration Amphitria

Cette station traite les eaux usées de Toulon, Evenos, Ollioules, le Revest, Saint-Mandrier-sur-Mer, La Seyne-sur-Mer et Six-Fours-les-Plages ce qui représente 550 000 équivalent-habitants.

Située au Cap Sicié, elle a été construite entre 1994 et 1997 directement ancrée à la falaise et sur une plateforme gagnée sur la mer, par ailleurs, protégée des agressions marines par une digue construite en 1993 en blocs Acropode TM de 6,3 m³. Cette digue est donc un ouvrage déterminant et structurant pour la protection de l'ensemble de la construction.



Figure 1 Zone d'études

Par suite de Diagnostics et études de faisabilités commandés par le Maître d'ouvrage, des anomalies ont été constatées ces dernières années qui portent sur :

- L'émissaire de rejet en mer de la station d'épuration et notamment sa protection cathodique générant une forte corrosion de la conduite et des percements au niveau de son fil,
- Des désordres notamment au niveau du sarcophage recouvrant l'émissaire de la station
- Des mouvements d'Acropodes qui constitue la carapace de la digue

D'autres opérations de travaux vont avoir lieu avant la réparation de la digue et de l'émissaire, notamment le confortement de la falaise et du front rocheux. La reprise des acrotères du bâtiment de la station sera quant à elle réalisée a posteriori.

Aussi les contraintes pour la réalisation de ces travaux sont importantes et contraignantes par la proximité d'un ouvrage industriel occupé et en fonctionnement 24h/24 et 7 jours /7 auquel on accède par un tunnel de 1,2 Km de long et 10,5% de pente. La hauteur maximale des véhicules circulant dans le tunnel est de 4,5 m.

Dans ce cadre, la Métropole de Toulon Provence Méditerranée a confié une mission de maîtrise d'œuvre à CORINTHE Ingénierie pour la rénovation de la digue et à celle de de la station d'épuration des eaux d'Amphitria.

La mission se déroulera selon les étapes suivantes définies par le cahier des charges.

N° d'étape	Etape de l'étude
0	Analyse des Diagnostics – Aide à la décision
1	AVP : Études d'avant-projet
2	Mission complémentaire si nécessaire (LSE – Dossier loi sur l'eau)
3	PRO : études de projet
4	ACT : assistance pour la passation des contrats de travaux
5	VISA des études d'exécution des entreprises
6	DET : Direction de l'exécution des contrats de travaux
7	AOR : Assistance aux Opérations de Réception

La mission d'analyse des diagnostics a été réalisée et a permis à la métropole de choisir la solution retenue pour les travaux à savoir :

- Réparation de la digue existante (Zone prioritaire et Zone complémentaire)
- Reprise de la butée de pied sur l'intégralité du linéaire
- Réalisation d'un nouvel émissaire en parallèle de l'existant avec la confection d'une nouvelle chambre de raccordement comprenant un by-pass.

1.2 OBJET DU RAPPORT

Le présent rapport est un rapport d'avant-projet de la définition des travaux à réaliser.

Il entend :

- Rappeler les caractéristiques de l'ouvrage existant
- Définir la nature et l'ampleur des travaux à réaliser
- Approcher le coût de ces travaux
- Faire le point sur les démarches administratives et réglementaires à entreprendre

Le mémoire comprend :

- La présente introduction
- La présentation des ouvrages : digue et émissaire
- La vérification de la stabilité des éléments constituant la digue de protection
- Les travaux à prévoir et leur méthodologie
- Le point sur le chiffrage et les délais de travaux
- L'approche réglementaire liée à ces travaux.

1.3 DONNEES D'ENTREES DISPONIBLES

Les éléments transmis par le maître d'ouvrage pour cette étude sont ceux transmis au stade précédent auquel s'ajoutent les éléments suivants :

- Rapport « Suivi de l'ouvrage année 2018 » référencé Réf.: A1596-0590, ACRHN Mars 2019
- Rapport « Inspection visuelle subaquatique de l'émissaire du Cap Sicié » Océanica Prod, Décembre 2018
- Plan de récolement du ferrailage de la zone 3 de la station d'épuration

- Plan d'exécution émissaire sous digue du oint A au point B coupes et détails : entreprise Jean Spada Juin 1993
- Plan : Plateforme Marine : Emissaire -récolement : entreprise Jean Spada Août 1993
- Relevé point topographique OPSIA décembre 2019

On notera également que :

- Il n'a pas été possible de récupérer d'études géotechniques dans la zone d'études
- Il n'a pas été possible de récupérer de plan du regard existant de sortie des eaux traitées et du regard existant de connexion de l'émissaire.
- Suite au rapport de la société ACRI-IN intitulé Suivi de l'ouvrage année 2018 et référencé: A1596-0590. Il avait été demandé un plan de repérage précis des blocs qui ont bougé mais celui-ci ne nous a pas été fourni.

Enfin, il sera nécessaire pour les phases de conception ultérieures de récupérer les derniers plans de relevé topographique/bathymétrique réalisés par SEMANTIC pour le compte de l'exploitant de la station.

2 CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE EXISTANT

Les principales caractéristiques de l'ouvrage existant (digue et émissaire) sont reprises de l'étude de faisabilité du remplacement de l'émissaire réalisée par la société Corinthe Ingénierie en Aout 2017.

2.1 STRUCTURE DE LA DIGUE

La digue protège la station d'Amphitria des coups de mer provenant du principalement du secteur Sud.

Elle est fondée sur une zone sableuse en pied (issue des matériaux de remblai utilisés pour édifier la station et visible au-delà de la butée de pied) par -7 à -8m de fond. La carapace est constituée de blocs ACCROPODE™ de 6.3 m³ reposant à priori sur une sous couche en enrochement de 2/4 tonnes. La crête culmine à +8m et la pente de l'ouvrage est d'environ 4/3. L'ouvrage mesure près de 250m de longueur.

Sa structure selon le rapport Artelia est la suivante :

- En crête, des blocs enrochements 6/8 tonnes bloquant les ACCROPODE™ de la carapace et épousant la forme pyramidale de la digue, protégeant le tout-venant (1/2 tonnes) à l'arrière devant le mur du dernier étage de la station ;
- Le talus composé d'ACCROPODES™ de 6.3m³ reposant sur une sous-couche d'enrochements 2/4 tonnes
- En pied un bloc d'ACCROPODE™ venant buter le talus et renforcé par des enrochements 8/10 tonnes ;
- Une berme de pied composée d'enrochements de 0,5 à 1 tonne ;
- Les plus basses couches de tout-venant constituant le noyau de la digue sont composées d'enrochements 50/500 kg

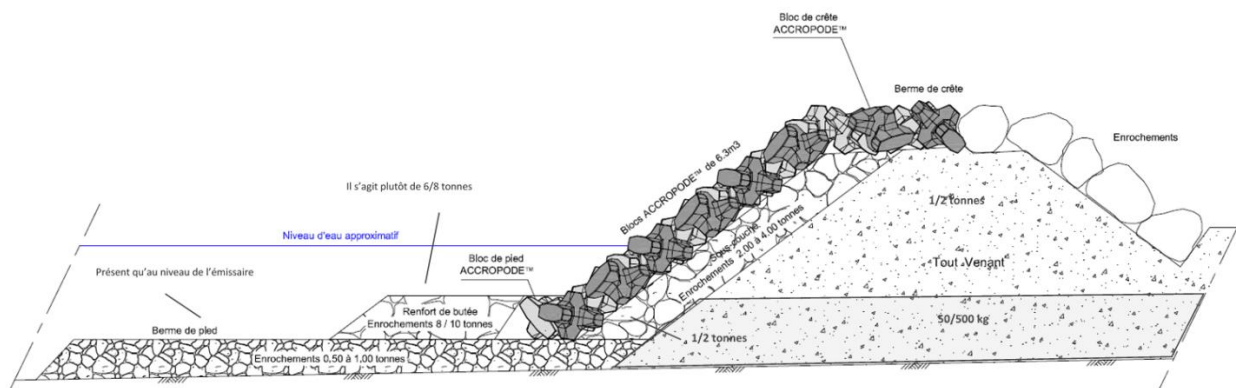


Figure 2 : Coupe type de principe de la digue réalisée par ARTELIA lors du diagnostic préliminaire et légèrement modifiée

2.2 L'EMISSAIRE EXISTANT

L'émissaire de rejet des eaux chemine depuis la sortie de la station de traitement jusqu'à une quarantaine de mètres au-delà de la digue afin de permettre l'écoulement et le mélange des eaux traitées avec l'eau de mer.

2.2.1 Ouvrage Raccordement à Terre

A la sortie du voile de la station d'épuration une chambre de raccordement a été réalisée. Celle-ci reprend la sortie de l'usine de traitement, le début de l'émissaire en acier de Ø 2.00 m, ainsi qu'une surverse en Ø 1.80 m.

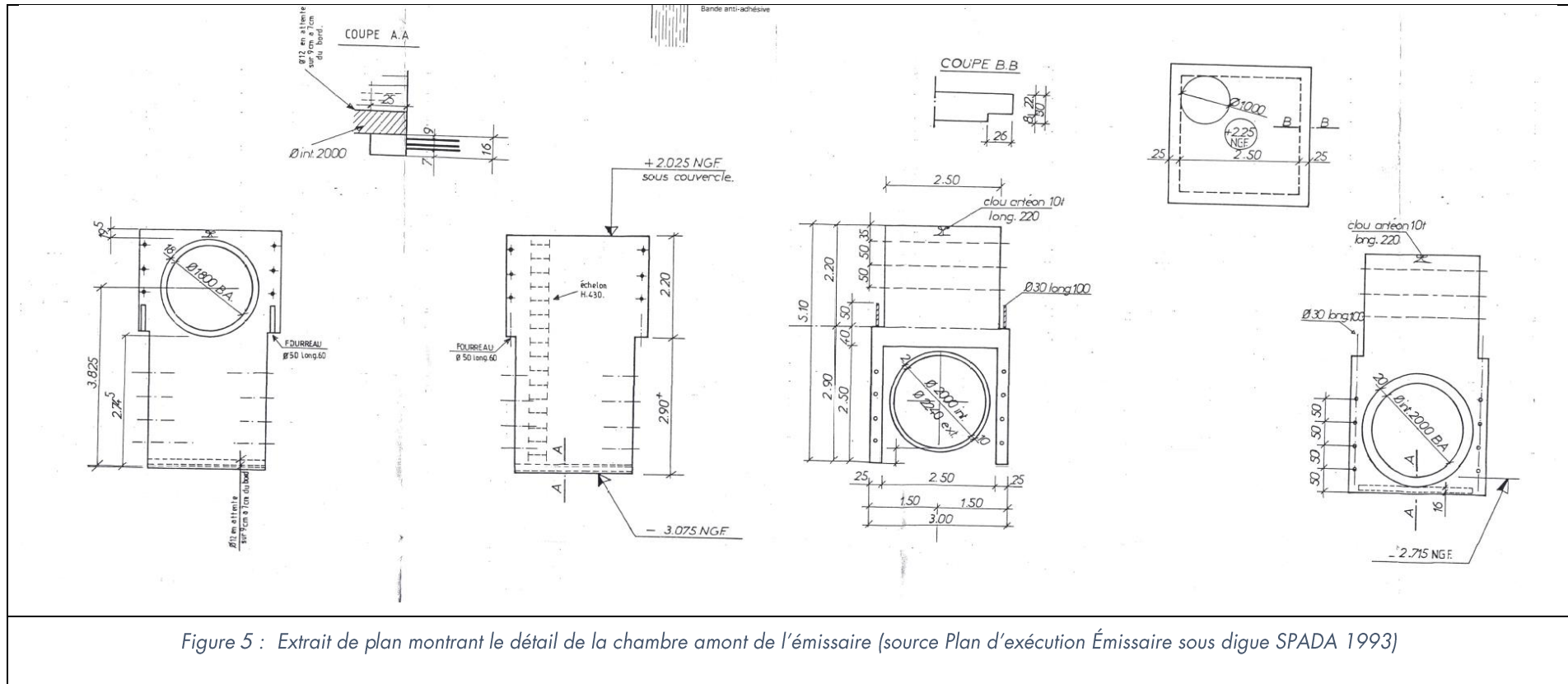


Figure 5 : Extrait de plan montrant le détail de la chambre amont de l'émissaire (source Plan d'exécution Émissaire sous digue SPADA 1993)

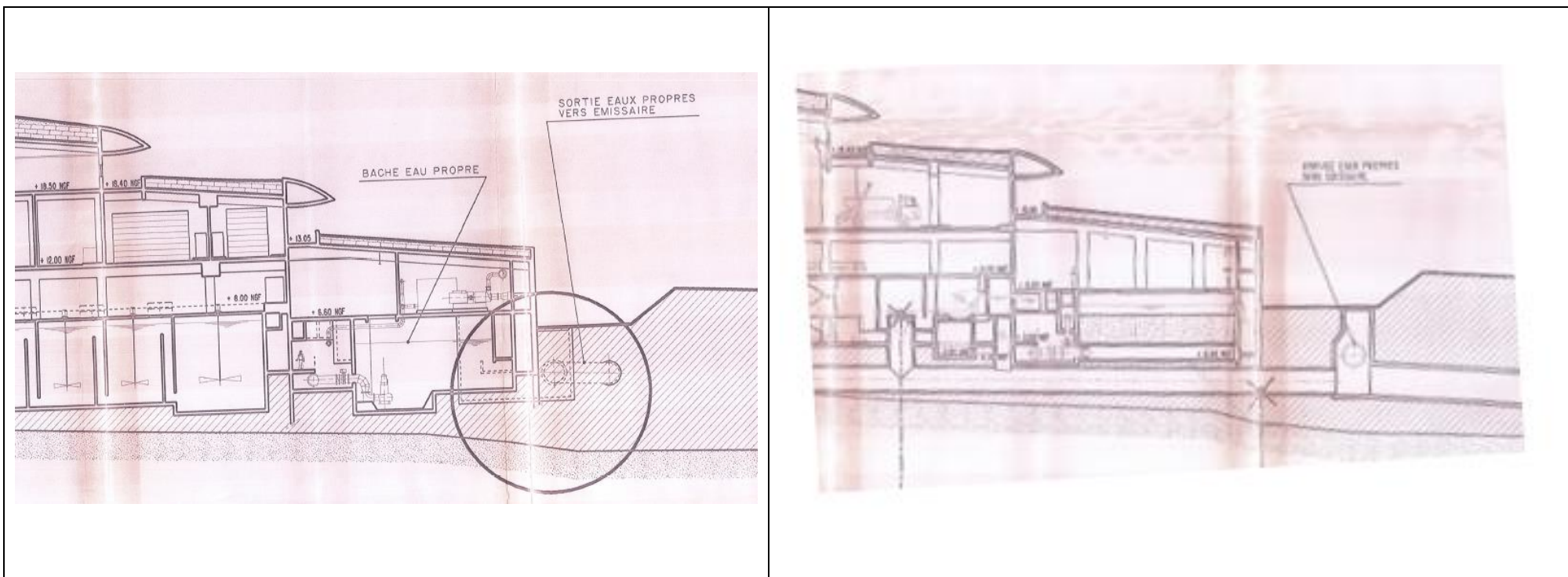
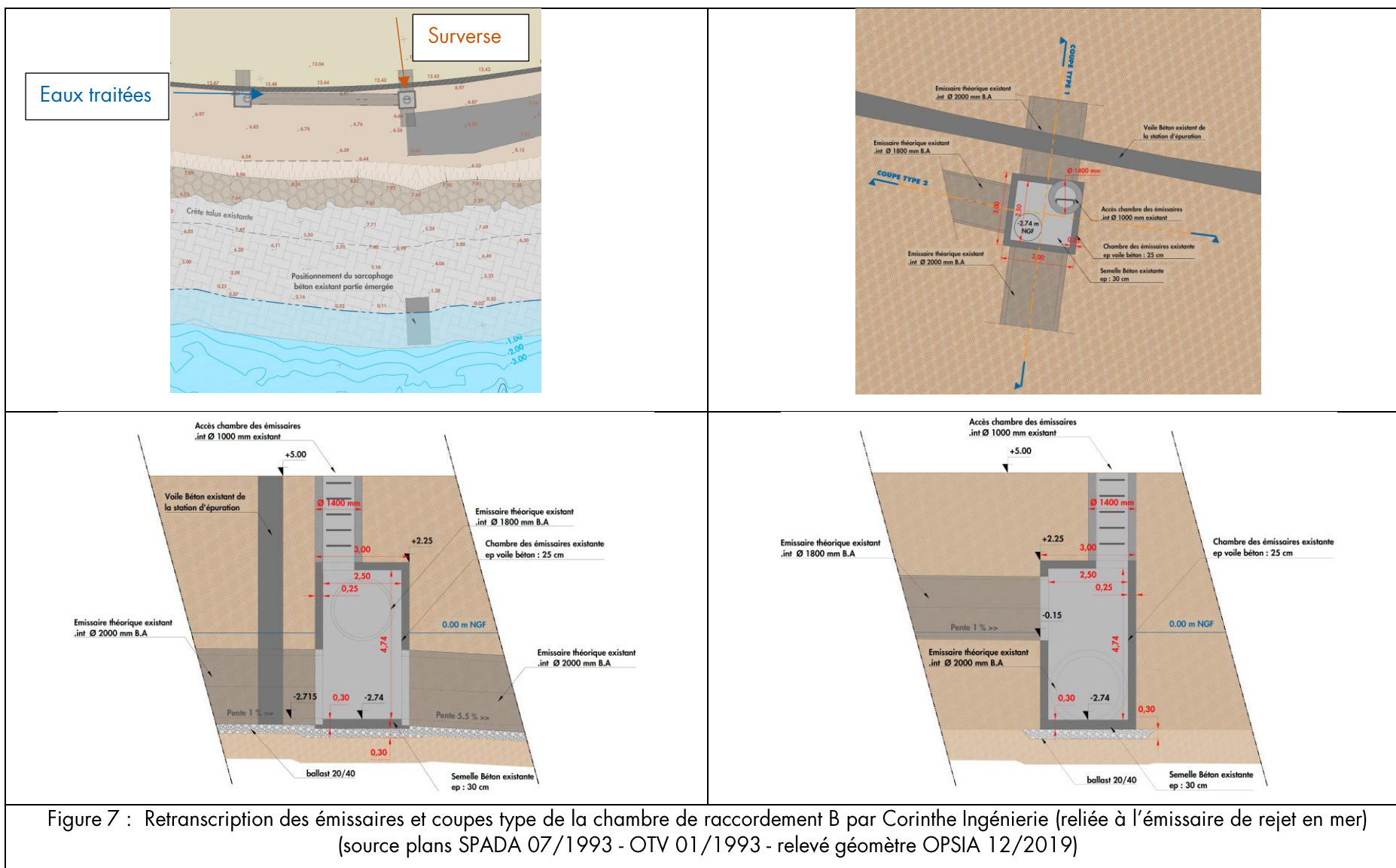


Figure 6 : Coupe du bâtiment et de la chambre (source Station d'Épuration de Toulon Ouest au Cap Sicié – OTV 1993)



2.2.3 Ouvrage Sarcophage

Pour protéger l'émissaire en sortie de digue, un ouvrage spécifique appelé sarcophage béton a été réalisé afin de favoriser l'appui et l'ancrage des ACCROPODES™ constituant la digue de protection sans amener de contraintes supplémentaires résultants de tassements ou de glissements d'ACCROPODES™ sous l'effet des houles répétées.

COUPE LONGITUDINALE
DE LA BUTEE D'ACCROPODE echelle 1/100

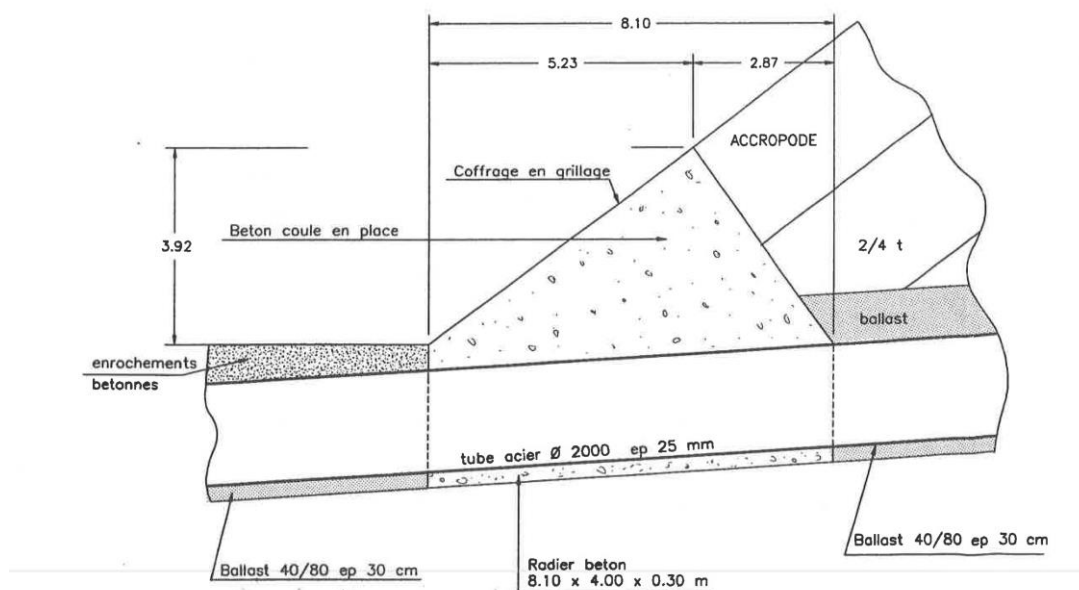


Figure 10 : Coupe longitudinale du sarcophage béton (source SPADA 1993)

VUE EN PLAN
DE LA BUTEE D'ACCROPODE

echelle 1/100

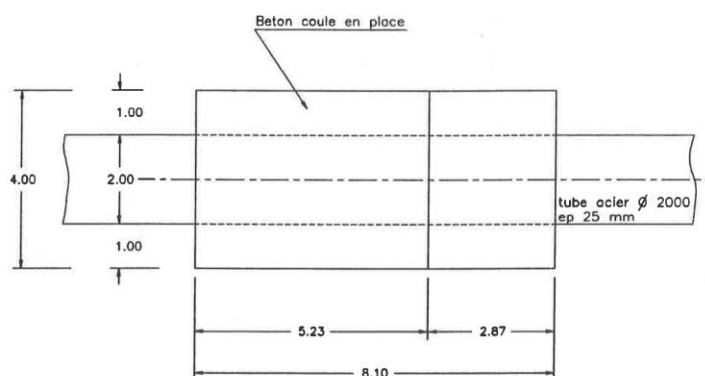


Figure 11 : Vue en plan de la butée des ACCROPODES™ (source SPADA 1993)

2.2.4 Diffuseur

L'extrémité de l'émissaire comporte un diffuseur de rejet qui repose sur un radier en béton armé d'une épaisseur de 30 cm et d'une bèche anti-affoulement. Un clavage ou ceinture béton d'un mètre de large est confectionné et liaisonné à l'arrière du radier, celui-ci servant d'appui aux enrochements 2/4T de confinement.

L'about du diffuseur comporte une plaque elliptique d'épaisseur de 12.7 mm favorisant le rejet des fluides par des lumières latérales se trouvant de chaque côté du diffuseur.

COUPE LONGITUDINALE DU DIFFUSEUR

echelle 1/100

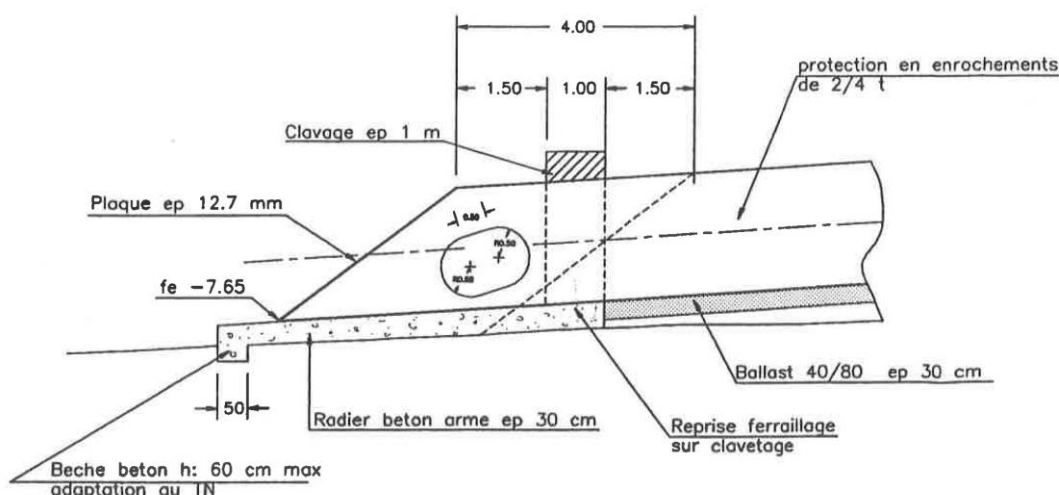


Figure 12 : Coupe longitudinale du diffuseur (Source SPADA 1193)

VUE EN PLAN DU DIFFUSEUR

echelle 1/100

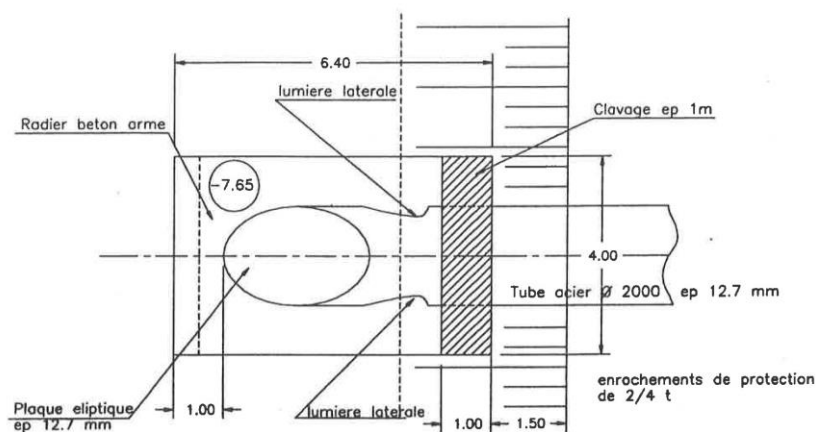


Figure 13 : Vue en plan du Diffuseur (Source SPADA 1993)

3 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DIAGNOSTIC

Il convient de se rapprocher du rapport DIA-MEM-01-B.

Il n'est repris ci-après que les conclusions de synthèse des études diagnostic.

3.1 DIGUE EN ACCROPODES

La digue présente des dégradations qui ont été mises à jour au travers des différents diagnostics et suivis de la digue :

- La digue présente des Accropodes cassés,
- La digue présente des trous dans la carapace de protection,
- La zone autour de l'émissaire présente des dégradations des bétons (Accropodes et sarcophage)
- Des enrochements de butée de pied bougent et n'assurent pas pleinement leur rôle.

De façon générale, les inspections menées relèvent plusieurs causes des dégâts :

- Le non-respect du maillage en losange pour la pose des ACCROPODE™,
- La mauvaise pose de la butée de pied et un sous-dimensionnement des enrochements,
- La perte de fines du noyau entraînant un affaissement, les mouvements généraux de l'assise,
- La présence du sarcophage en béton qui constitue un point dur qui déstabilise l'ensemble du maillage
- Les rejets de l'émissaire qui ont une influence par réaction sur le béton.
- Les hétérogénéités au sein de la digue correspondent à des zones d'entraînement de fines et/ou des décompressions

A partir des diagnostics réalisés, il a été défini des zones de travaux de réparation de la digue.

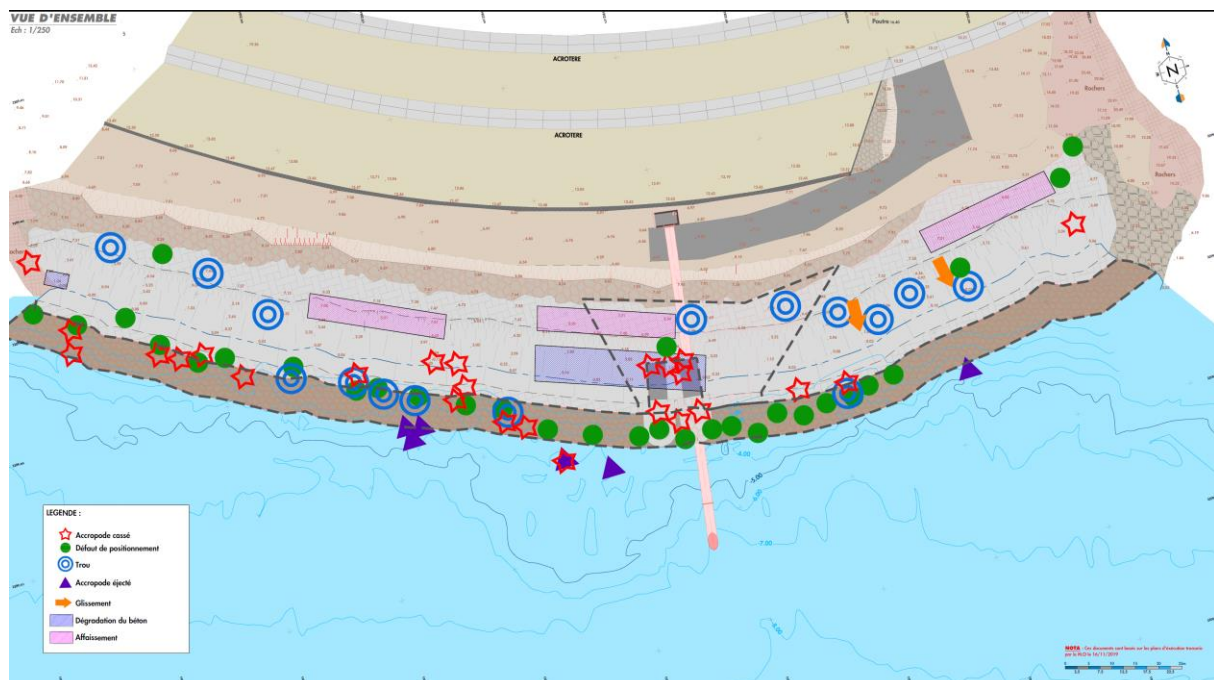


Figure 14 : Extrait du plan des dégradations observées sur la digue

Les travaux sont définis par les traits en pointillés gris.

Deux grands types de travaux ont été validés par la Métropole de Toulon Provence Méditerranée :

- La dépose et la repose conforme de la carapace d'une zone autour de l'émissaire (plus remplacement à l'identique des blocs cassés dans cette zone)
- La reprise de l'intégralité de la butée de pied de la digue.

On note donc qu'il s'agit de travaux ponctuels de reprise permettant de rétablir la stabilité des zones les plus endommagées.

En revanche, il est important de noter que certaines zones de dégradations ne seront pas reprises dans le cadre des travaux.

3.2 EMISSAIRE

L'émissaire a fait l'objet d'un suivi régulier au cours des dernières années ce qui a permis de constater :

- Un état très corrodé de la conduite
- Une conduite percée en plusieurs endroits
- Le sectionnement du câble de protection cathodique



Figure 15 : Exemple de trou dans la conduite de rejet (situé à 6 h)

A partir de ces constats, plusieurs solutions ont été proposées à la métropole de Toulon Provence Méditerranée qui a choisi de reposer un émissaire en parallèle de l'émissaire existant.

4 DIMENSIONNEMENT DE LA SOLUTION TECHNIQUE

4.1 VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ DES ÉLÉMENTS CONSTITUANT LA DIGUE DE PROTECTION

4.1.1 Stabilité des Accropodes I™

Lorsque les houles arrivant sur un ouvrage sont fortes, les enrochements doivent être lourds pour être stables. La taille des enrochements étant limitée par ce qu'il est possible d'extraire en carrière, des blocs artificiels préfabriqués en béton sont requis pour les grosses houles.

Pour le dimensionnement des Accropodes I™ de la carapace, la formulation d'Hudson a été utilisée pour déterminer le poids des blocs artificiels.

Hudson a développé une équation applicable aux digues en ACCROPODE™ reliant le poids médian de l'enrochement M_{50} , la hauteur de la houle en pied d'ouvrage H et les différents paramètres structurels pertinents.

$$M_{50} = \frac{\rho_r g H^3}{K_d \Delta^3 \cot \alpha}$$

Où K_d est le coefficient de stabilité, ρ_r la masse volumique apparente de la roche, la densité relative déjaugée de l'enrochement et α l'angle du talus.

Il est recommandé par CLI d'avoir une pente de carapace de 4/3 ou 3/2, la digue de la station de dépollution d'Amphitria présente une pente d'environ 4/3.

Il convient au Maître d'Ouvrage de définir la période de retour de la tempête qu'il souhaite retenir pour le dimensionnement des blocs. Jusqu'à présent une houle centennale en provenance du Sud a été retenue.

Dans ce paragraphe la vérification a été faite pour une houle d'occurrence centennale.

Les caractéristiques de la houle centennale au droit de l'ouvrage sont issues des résultats des études menées par ACRIHN en 2014. On précisera qu'en 2016, la société Corinthe ingénierie a analysé les houles du large utilisées par ACRIHN dans ses études ainsi que la cohérence des résultats de propagation obtenues.

Selon les résultats de l'étude de propagation, la hauteur de houle devant l'ouvrage est de 5.5m.

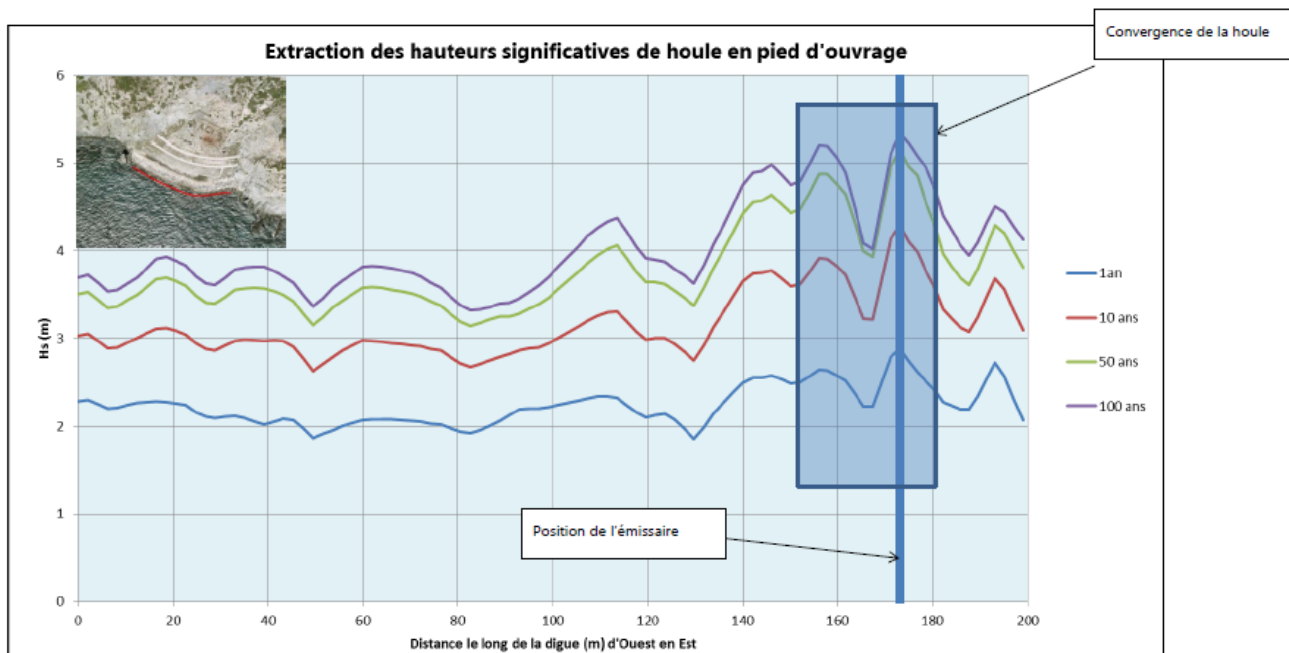


Figure 16 : Extraction des caractéristiques de la houle en pied de digue pour la direction Sud N180° (ACRI-IN 2014 – rapport annexe 4)

On considère un talus de pente 4/3.

La masse volumique des blocs est prise à 2.35 T/m^3 (béton) et celle de l'eau à 1.025 T/m^3 .

Le coefficient K_d est donné sur le graphique suivant (issu de la brochure Artelia [3]).

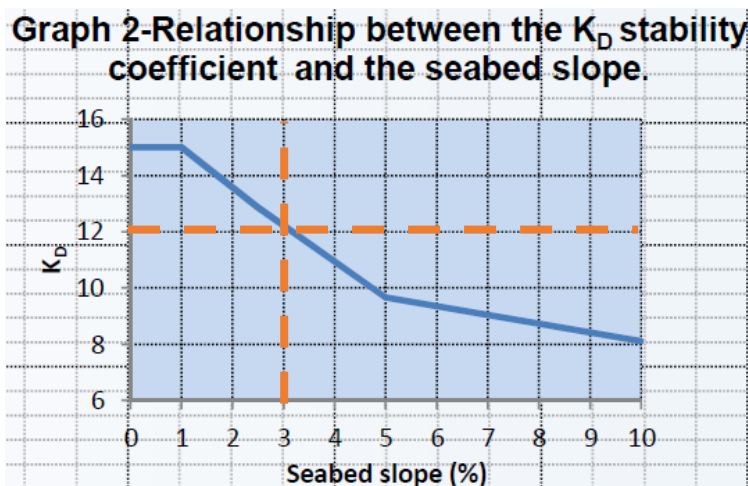


Figure 17 : Coefficient K_d en fonction de la pente du fond marin devant l'ouvrage

La pente devant l'ouvrage est relativement uniforme et d'environ 3%. Cela correspond donc à un coefficient K_d de 12.

La formule d'Hudson préconise des Accropodes ITM de 11.3 T, soit un volume de 4.8 m^3 .

Le graphique suivant [1] permet d'estimer les volumes des AccropodesTM.

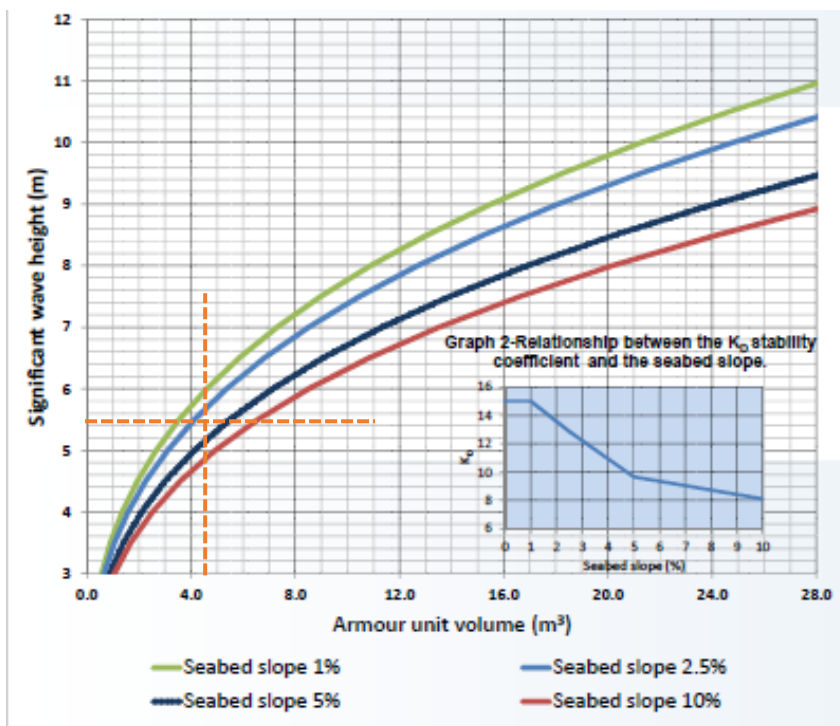


Figure 18 : Volume des blocs de la carapace en fonction de la hauteur de houle

Pour notre cas, le volume des Accropodes™ est d'environ 4.5 m³. Pour le musoir, une augmentation de 30% est préconisée. La digue étant courbe, le calcul a été effectué avec une augmentation de 30%. Le volume des Accropodes™ calculé pour le musoir est 5.9 m³. (1.3 x 4.5 m³)

Le volume des blocs utilisés de 6.3m³ est supérieur au volume calculé. Le choix de la taille des blocs semble donc pertinent. Les désordres dans la digue ne semblent donc pas liés à un sous dimensionnement des Accropodes™.

4.1.2 Dimensionnement de la sous-couche

Selon la table de conception [1] des ACCROPODES™ réalisée par CLI pour un ACCROPODE™ de 6m³, les sous-couches en enrochement préconisées sont de l'ordre de 1/2T.

La sous-couche en place est donc légèrement supérieure : enrochements de 2/4T.

Cependant, la digue est stable dans son ensemble depuis sa création avec cette caractéristique de sous-couche.

De plus, une sous-couche 2/4T a déjà été utilisée pour des Accropodes™ de cette taille sur d'autres projets.

Aussi, dans le cadre d'une réfection de la digue, il semble préférable de conserver la taille actuelle des enrochements de la sous-couche, soit du 2/4T.

Nota sur la stabilité de la sous-couche durant la période des travaux :

La sous-couche en enrochement sera soumise à la houle au cours des travaux (lors de la dépose de la carapace). C'est pourquoi les hauteurs de houle admissible pour des enrochements 2/4T ont été calculées avec les formules d'Hudson et de Van der Meer.

Une pente de 4/3 a été utilisée, avec des enrochements de masse volumique 2.65 T/m³. Le coefficient K_d pour la formule d'Hudson est égal à 2. La profondeur d'eau en pieds d'ouvrage est prise à 5m (en l'absence de la butée en enrochement). Le coefficient de dommage pour la formule de Van der Meer correspond à un début de dommage. Les enrochements sont de masse 2/4T soit une masse médiane M₅₀ de 3T.

Avec ces paramètres, la formule d'Hudson associe la masse médiane M₅₀ de 3T une hauteur de houle de 2.3m. La formule de Van der Meer y associe une hauteur de houle de 2.5m (période pic de 7s).

On peut donc considérer que la sous-couche sans carapace sera stable jusqu'à une hauteur de houle de 2m, qui est associé d'après le corrélogramme d'ANEMOC (Atlas Numérique d'États de Mer Océaniques et Côtiers - point n°7390) à une période pic de 7s.

Corrélogramme Hm0 / Tpic - ANEMOC_MEDIT_7390 - annuel													
Hm0 (m)	Tpic (Secondes)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
0													
0.5			28.90	95.58	90.58	25.07	2.15	0.15	0.03				242.46
1			1.34	40.38	117.30	74.87	21.31	1.83	0.03				257.05
1.5				0.08	43.60	100.20	34.79	8.26	0.48				187.41
2					0.24	65.67	60.03	13.92	1.90	0.01			141.77
2.5						5.99	66.28	29.20	2.17	0.11	0.02		102.78
3						0.01	8.85	32.54	5.43	0.11	0.02		48.96
3.5						0.00	0.47	6.13	7.58	0.34			14.50
4							0.01	1.42	2.03	0.64	0.01		4.11
4.5								0.30	0.71	0.47	0.03		1.50
5								0.03	0.52	0.26	0.08		0.90
5.5									0.13	0.07	0.07	0.00	0.27
6									0.02	0.08	0.05	0.01	0.17
6.5										0.04	0.04	0.00	0.08
7											0.01	0.00	0.01
7.5												0.01	0.01
8													0.01
8.5													0.01
Total			30.24	138.04	251.71	271.81	192.89	93.78	21.01	2.13	0.34	0.05	

Les valeurs du tableau sont exprimées en "pour mille (‰)" - Les valeurs 0.00 ‰ correspondent à des fréquences comprises entre 0 ‰ et 0.01 ‰ - Les cases vides correspondent à des fréquences nulles.

Code des couleurs		
>= 10 ‰	>= 30 ‰	>= 60 ‰

Figure 19 : Corrélogramme Hm0/Tpic au point 7390 (extrait de l'annexe 9)

Pour les houles de faible amplitude, les hauteurs au large sont presque identiques à celles devant l'émissaire. En effet, pour une houle de Sud annuelle, la hauteur devant l'émissaire est d'environ 2.8m alors qu'elle est de 3.4m au large (annexe 9). On va donc s'intéresser aux hauteurs de houle au large pour estimer les périodes où la sous-couche ne sera pas stable.

Les graphiques suivants illustrent la distribution des hauteurs de houle pour les périodes estivales et hivernales au point ANEMOC.

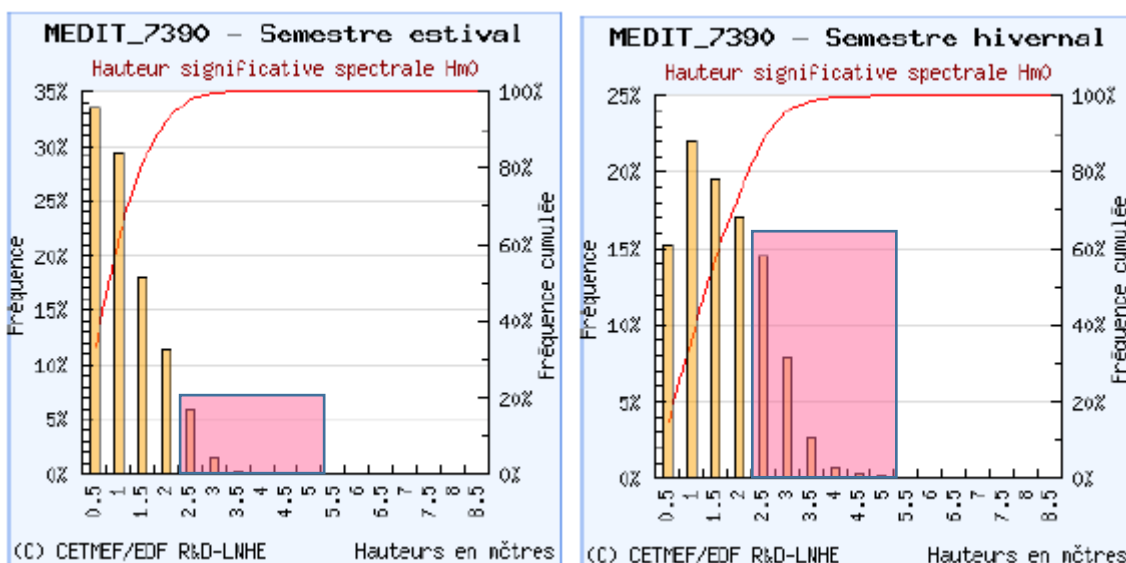


Figure 20 : Distribution des Hs (extrait de l'annexe 9)

On observe peu de hauteurs de houle dépassant les 2m durant le semestre estival. Les hauteurs comprises entre 2 et 4 m représentent moins de 10% du temps et aucune hauteur supérieure à 4 m n'est observée durant ce semestre.

On observe des hauteurs de houle dépassant les 2m durant le semestre hivernal. Les hauteurs supérieures à 2m représentent environ de 30% du temps durant ce semestre. Les hauteurs de houle les plus élevées sont observées pendant cette période.

Il est donc conseillé d'effectuer les travaux durant le semestre estival.

4.1.3 Dimensionnement de la butée de pied

La stabilité des blocs est également vérifiée en exploitant la formule de Van der Meer, D'Angremond et Gerding modifiée par Burcharth pour le calcul des blocs de pied sous la carapace d'une digue à talus [2]:

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = \left(0.24 \frac{h_b}{D_{n50}} + 1.6 \right) N_{od}^{0.15} \quad (\text{VI-5-107})$$

where	H_s	Significant wave height in front of breakwater
	Δ	$(\rho_s / \rho_w) - 1$
	ρ_s	Mass density of stones
	ρ_w	Mass density of water
	D_{n50}	Equivalent cube length of median stone
	h_b	Water depth at top of toe berm
	N_{od}	Number of units displaced out of the armor layer within a strip width of D_{n50} . For a standard toe size of about 3-5 stones wide and 2-3 stones high:

$$N_{od} = \begin{cases} 0.5 & \text{no damage} \\ 2 & \text{acceptable damage} \\ 4 & \text{severe damage} \end{cases}$$

La masse volumique des enrochements est prise à 2.65 T/m³ et celle de l'eau à 1.025 T/m³. Hauteur d'eau considérée au-dessus de la butée de pied 3m.

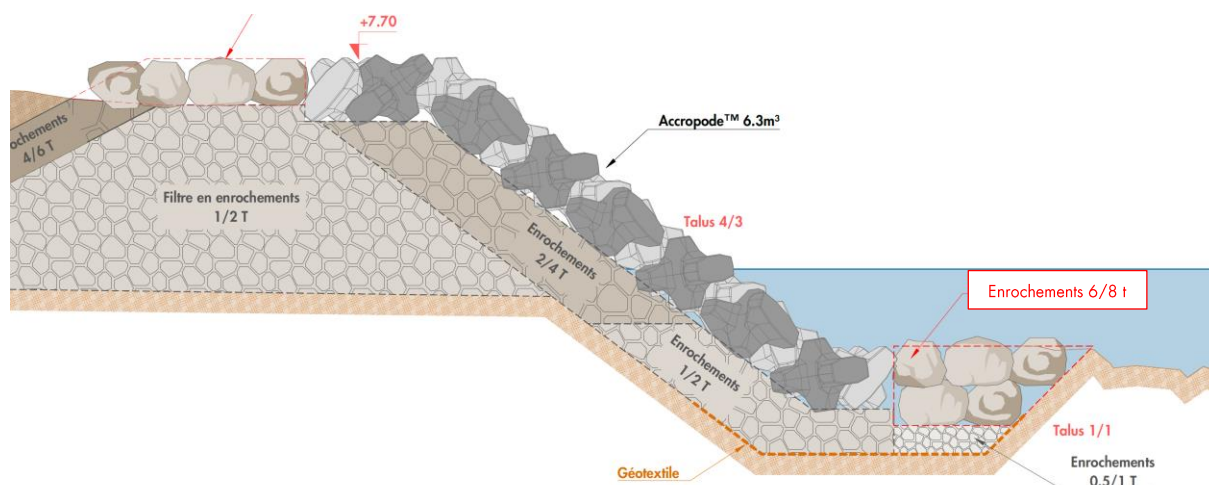
Pour un taux de dommage acceptable (5% des blocs d'enrochements se déplaçant au sein de la zone d'attaque de la houle) et suivant les hypothèses ci-dessous, on peut en déduire la masse moyenne de blocs d'enrochements à mettre en œuvre:

- Pour un niveau d'eau bas : 0.0mNGF, Hs incident devant l'ouvrage Hs=5.5m (houle PR 100 ans) -> le Dn50 des blocs est de l'ordre de 1.48m soit une masse moyenne de 8T. Dans ce cas des enrochements 6/10t sont préconisés pour respecter la masse moyenne.
- Pour un niveau d'eau PR 100 ans : 1.0m NGF, Hs incident devant l'ouvrage Hs=5.5m (houle PR 100 ans) -> le Dn50 des blocs est de l'ordre de 1.33 soit une masse moyenne de 6.2T. Dans ce cas une catégorie d'enrochement 6/8 t serait alors souhaitable.

Cette question se pose au regard de la difficulté actuelle d'approvisionnement en enrochement naturel > 8t.

La vérification de la taille des blocs en enrochements à mettre en œuvre avec un niveau d'eau bas à 0.0m NGF est une approche très conservatrice dans la mesure où la hauteur de la houle varie également avec le niveau d'eau.

L'étude de propagation ayant été par ailleurs réalisée avec un niveau d'eau à +1.0m NGF pour la houle de période de retour 100 ans, ce qui a permis d'en extraire une hauteur Hs maximale le long de l'ouvrage de 5.5m, il pourrait alors être logique de retenir également ce niveau pour le calcul de la taille des blocs en enrochements à mettre en pied de talus. Dans cette hypothèse, des blocs d'enrochements naturels de catégorie **6/8T pourraient être retenus en butée pied.**



La coupe type de la digue sera donc plus ou moins conforme à la coupe existante.

Les principaux travaux consisteront donc à :

- Déposer les Accropodes, à remplacer ceux qui sont cassés
- S'assurer que le cœur de digue et le filtre sont correctement mis en place
- Reposer les Accropodes conformément aux préconisations du fournisseur original
- Remplacer les blocs de butée de pied par des enrochements 6/8 t.

La pose des Accropodes et de la butée de pied sont intimement liés dans les zones où des Accropodes doivent être reposés.

En revanche, un linéaire de butée de pied conséquent sera reposé sans que ne soit démontés les Accropodes.

4.2 DIMENSIONNEMENT DE L'ÉMISSAIRE

4.2.1 Section de l'émissaire

L'émissaire existant présente un diamètre de 2.00 m intérieur.

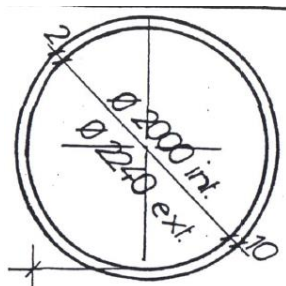


Figure 21 : Extrait du plan d'exécution : calepinage buse béton

L'exploitant de la station a confirmé que ce diamètre aujourd'hui était suffisant pour couvrir les besoins existants et à venir.

Il n'est donc pas proposé d'augmenter le diamètre de la conduite.

4.2.2 Profil et pente de l'émissaire

D'un point de vue hydraulique, il est nécessaire de poser le nouvel émissaire selon un profil similaire à celui de l'existant.

Pour rappel, le tableau suivant présente les caractéristiques de la conduite :

	Emissaire existant
Fe sortie chambre	-2,76 NGF
Pente	6,2%
Linéaire	79,55 m
Fe sortie	-7,45 NGF
Diffuseur	Deux lumières latérales

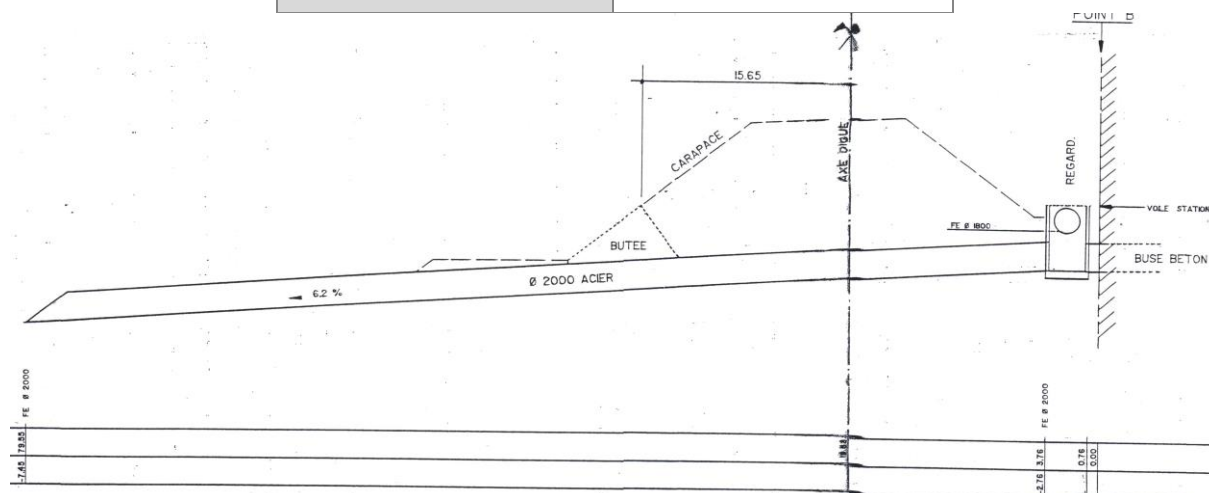


Figure 22 : Profil en long de l'émissaire existant

L'émissaire à poser aura le même profil que l'émissaire existant.

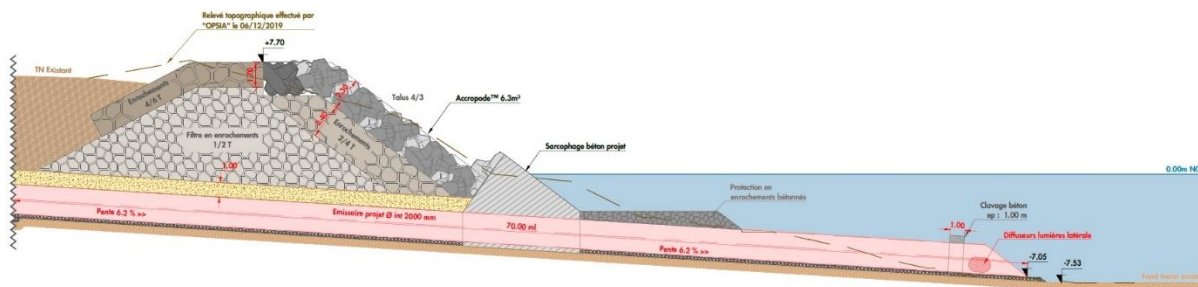


Figure 23 : Profil en long projet

4.2.3 Matériaux de l'émissaire

A ce stade, plusieurs matériaux sont envisageables pour le remplacement de l'émissaire. On peut citer notamment les principaux que sont :

- Une conduite Acier comme l'existante
- Une conduite en PEHD : polyéthylène haute densité
- Une conduite en béton armé ou béton âme tôle
- Une conduite en PRV : polyester renforcé en fibre de verre.
- Une conduite en PVC : polychlorure de vinyle

Matériau	Avantages	Inconvénients
Acier	Conduite très robuste Conduite qui tolère un déplacement limité Pose en un seul tronçon	Corrosion possible notamment dans les zones de marnage Conduite lourde
PEHD	Conduite qui tolère des déplacements Conduite très légère	Lestage complémentaire assez important Respect du profil hydraulique parfois complexe
Béton armé / béton âme tôle	Conduite très robuste Conduite qui ne nécessite que peu de complément de lestage	Conduite très lourde Pas de déplacement possible
PRV (fibre de verre)	Conduite légère Possibilité de créer n'importe quelle forme Faible rugosité	Pas de déplacement possible Conduite fragile au poinçonnement
PVC	Conduite très légère	Pas de déplacement possible Conduite très fragile

A ce stade, nous estimons que les conduites suivantes ne sont pas adaptées :

- Béton : le poids de l'ensemble des conduites sera un frein à la mise en œuvre qui devra être très rapide pour éviter les risques lors de coups de mer.
- PVC : la conduite est d'un diamètre trop important et sera trop fragile pour résister sous la digue.

A priori, la solution PEHD n'est pas forcément souhaitable mais bien que réaliste car son épaisseur et donc son emprise sera plus importante et elle nécessitera un lestage complémentaire pour permettre son maintien en position avant remblaiement de la conduite (le PEHD est moins dense que l'eau et la conduite flotte même si elle est remplie).

La solution d'une conduite en acier est réaliste. Il s'agit du matériaux de la conduite existante qui a donné satisfaction pendant une vingtaine d'années avant que la corrosion ne la dégrade en certaines zones.

La solution acier présente l'avantage d'être rapide à mettre en œuvre et de pouvoir être adaptée (épaisseur) pour ne pas craindre les poinçonnements du fait de la présence de la digue au-dessus.

La solution PRV est très adaptée car elle présente une rugosité de surface bien meilleure que celle de l'acier. Elle est également légère et rapide à installer. Cependant, il s'agit de conduite sensible au poinçonnement et de fait il est nécessaire de la protéger en l'enrobant avec des matériaux adaptés (graviers, ballast de faible diamètre).

4.2.4 Curage de la conduite

Il est à noter que la conduite existante n'est pas équipée pour pouvoir être curée. En effet, elle ne dispose ni de chambre d'entrée pour un piston racleur ou un obus ni d'un orifice de sortie permettant de récupérer l'engin.

Ceci ne gêne en rien l'exploitation de la station.

En conséquence, il n'est pas prévu de mettre en place un système de ce type dans le cadre du présent projet.

5 PRESENTATION DES TRAVAUX

5.1.1 Réalisation du raccordement sur la chambre existante

Il est nécessaire de poser l'émissaire en parallèle de celui existant afin de garantir un fonctionnement continu de la station d'épuration.

Pour cela il est nécessaire de prévoir le raccordement du nouvel émissaire sur le regard existant qui collecte les eaux traitées et le trop-plein de la station à l'émissaire.

Le principe serait de phaser l'intervention dans la chambre existante pour permettre le raccordement du nouvel émissaire

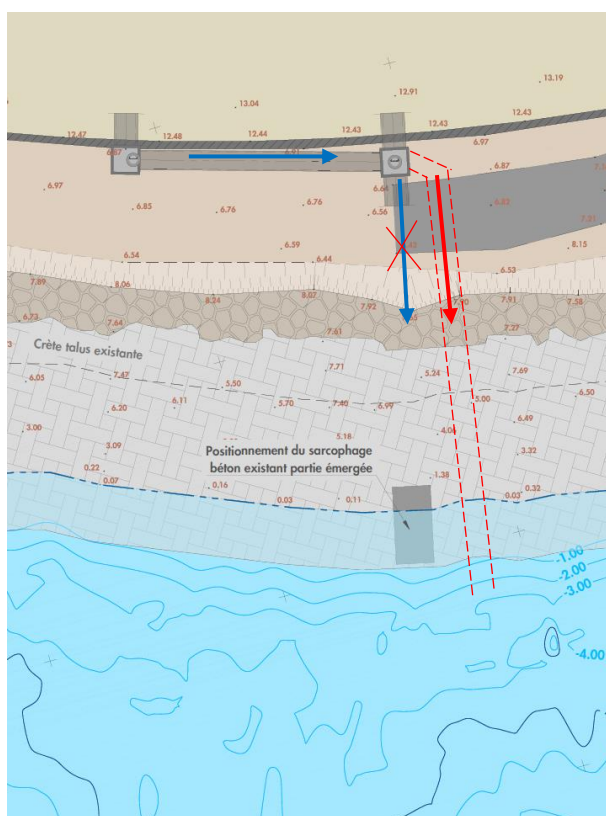


Figure 24 : principe de la mise en place du nouvel émissaire

Une fois le nouvel émissaire mis en place et en fonctionnement, la conduite existante sera alors obturée et remplie de béton.

On notera qu'actuellement la conduite des eaux traitées arrive perpendiculairement à l'émissaire et que le changement de direction se fait dans le regard.

Le fonctionnement hydraulique restera identique avec la nouvelle conduite. Les eaux traitées arriveront dans la chambre existante par la face Ouest puis chemineront dans la nouvelle chambre pour ensuite s'engouffrer dans l'émissaire à l'Est et ensuite une série de deux coudes à 45° permettront de diriger le flux vers la mer.

En ce qui concerne le trop plein de la station, il est à noter que le fonctionnement hydraulique sera légèrement différent avec un changement de direction. Le flux arrive du Nord, s'engouffre à l'Est pour se diriger au Sud. Ceci se traduira par une augmentation du niveau d'eau dans le regard. Cependant au vu du caractère exceptionnel de ce fonctionnement, ce dernier est jugé acceptable.

5.1.2 Réalisation de la nouvelle conduite et sa protection

Pour réaliser ces travaux, le déroulement suivant sera suivi :

1. Terrassement à l'arrière de la digue jusqu'à +2,25 NGF + dépose en enrochement 4/6 t de la digue
2. Blindage et terrassement à l'arrière de la chambre existante
3. Création de la manchette dans la chambre existante (cf. COR-046-18-AVP-METH-04-0)
 - a. Création d'une séparation du flux (1 nuit)
 - b. Création d'une ouverture dans le voile latéral Est (1 nuit)
 - c. Scellement d'une manchette avec une plaque pleine (1 nuit)
4. Pose de l'émissaire (cf. COR-046-18-AVP-COUP-01-1)
 - a. Ouverture de la digue :
 - b. Pose d'un tronçon de 42 ml
 - i. Pose d'un géotextile
 - ii. Pose du ballast de réglage
 - iii. Pose de la conduite et réglage
 - iv. Fermeture enrobage ballast
 - v. Fermeture géotextile
 - c. Réalisation du ferrailage et coffrage du sarcophage
5. Réalisation de la jonction de raccordement entre la manchette scellé et l'émissaire posé
6. Fermeture de la digue y compris butée de pied
7. Pose des 30 ml restant d'émissaire
 - a. Pose du ballast de réglage
 - b. Réalisation semelle de protection du diffuseur
 - c. Pose de la conduite et réglage
8. Pose des enrochements de protection

En marron les travaux terrestres, en bleu les travaux fait avec des moyens maritimes.

Il pourra être décidé de poser l'intégralité du linéaire de la conduite soit 72 m en une seule intervention si le créneau météorologique semble favorable. Dans ce cas, l'intégralité de la pose se ferait par moyen terrestre.

L'image suivante présente l'ouverture dans la digue pour réaliser ce changement de conduite.

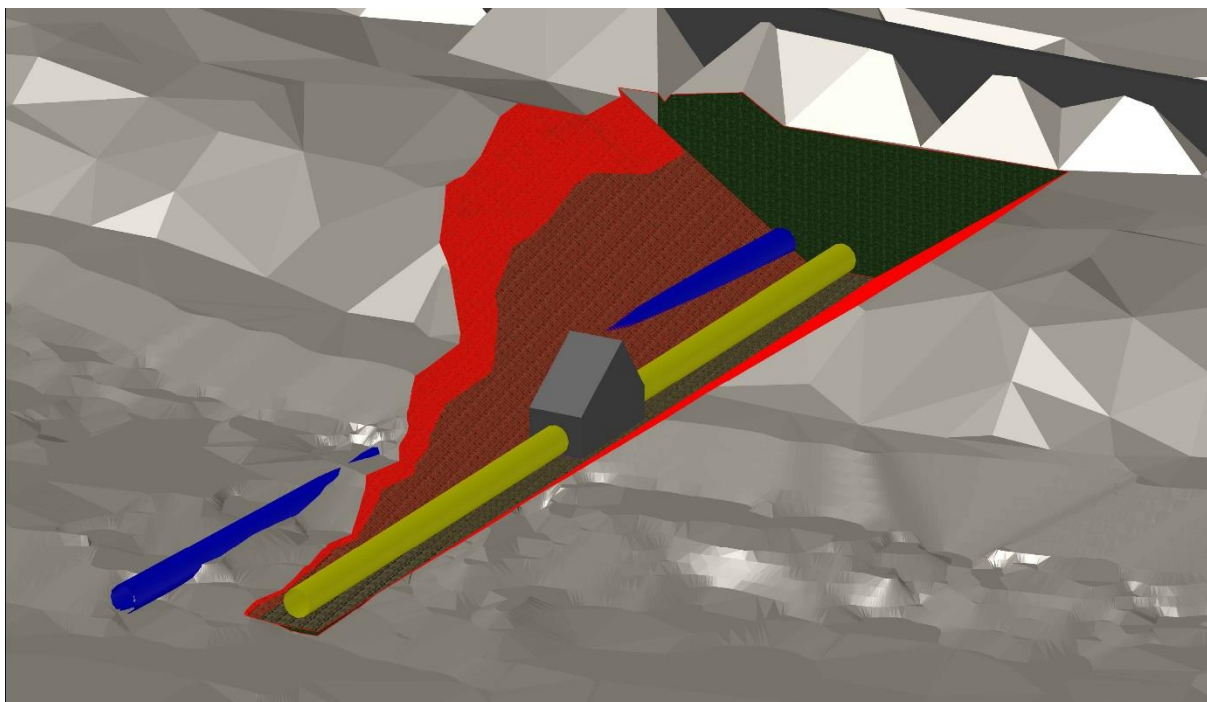


Figure 25 : Visualisation du front d'ouverture de la digue

Ce terrassement sera réalisé dans une opération éclair pour permettre la pose de l'émissaire et la re-fermeture en suivant.

Il est indispensable pour cette opération de viser une fenêtre météorologique favorable.

Le volume global de terrassement est d'environ 7 200 m³.

L'émissaire sera posé en trois tronçons distincts :

- Le tronçon principal sous la digue pour un linéaire d'environ 40 m et qui se prolonge au-delà du sarcophage béton.
- Le tronçon secondaire comprenant le diffuseur et la section au-delà du sarcophage
- Le tronçon de raccordement amont qui permet de connecter l'émissaire à la manchette dans la chambre

En cas de coup de mer annoncé, la digue sera refermée avec les matériaux extraits.

Avant le démarrage des terrassements, il sera nécessaire que l'entreprise dispose sur site de l'ensemble des éléments suivants pour limiter le temps de pose :

- L'intégralité de l'émissaire
- Le coffrage du sarcophage
- Les aciers de renforcement du sarcophage

Le remblaiement commencera dès lors que le tronçon principal sera posé. Le remblaiement sera assuré jusqu'au niveau du filtre en enrochements 2/4 t. Cette taille d'enrochement permet d'assurer une protection satisfaisante jusqu'à des niveaux de houles définis au paragraphe 4.1.2. Les Accropodes seront reposés une fois que l'intégralité du filtre aura été mis en œuvre.

Lors de cette phase, les entreprises de travaux travailleront à poste pour assurer une ouverture de la digue la plus limitée dans le temps.

5.1.3 Dépose et repose des accropodes

Suite à la pose du nouvel émissaire et à la reconstitution des couches de cœur de digue et de filtre, le complément de dépose des Accropodes sera réalisé (environ 50 unités complémentaires).

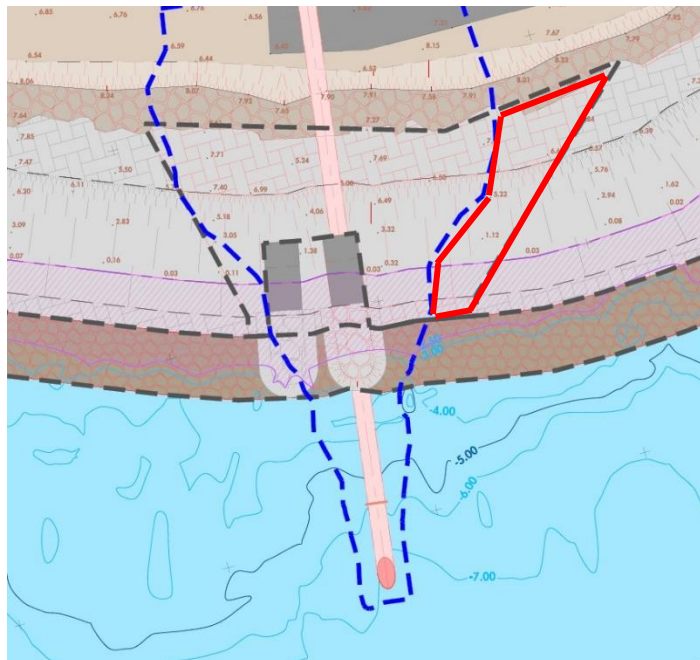


Figure 26 : comparaison de la zone de dépose des Accropodes pour la mise en place de l'émissaire avec celle nécessaire du fait des problématiques observées

Il sera réagencé la couche de filtre et le cœur de la digue sur cette zone-là.

Ensuite la repose des Accropodes sera réalisée conformément aux préconisations du fournisseur CLI.

Lors de la repose des Accropodes, le sarcophage de la conduite existante sera démoli pour permettre une pose beaucoup plus harmonieuse des Accropodes.

Le sarcophage du nouvel émissaire sera équipé de demi-Accropodes scellés afin de faciliter l'imbrication des Accropodes en appui sur le sarcophage.

5.1.4 Reprise de la butée de pied

Cf. plans COR-046-18-AVP-METH-03a-1 et COR-046-18-AVP-METH-03b-0

La reprise des enrochements de la butée de pied sera réalisée en parallèle de tous les autres travaux.

Il s'agit de travaux au long cours qui nécessitent la dépose d'une partie de la butée de tête (enrochements situés en haut de la digue et à l'arrière des Accropodes) pour permettre à une grue d'avoir accès au pied de la digue.

PHASE 2.a :

Atelier Plongeurs

- _ Mise en place du filet anti-M.E.S
- _ Déplacement du filet anti-M.E.S à l'avancement des travaux

Atelier terrestre

- _ Dépose des enrochements de la butée de pied existante
- _ Tri et récupération des enrochements 6/10 T depuis la zone de stockage provisoire (y/compris apport)
- _ Evacuation des enrochements impropres à la réutilisation en décharge contrôlée

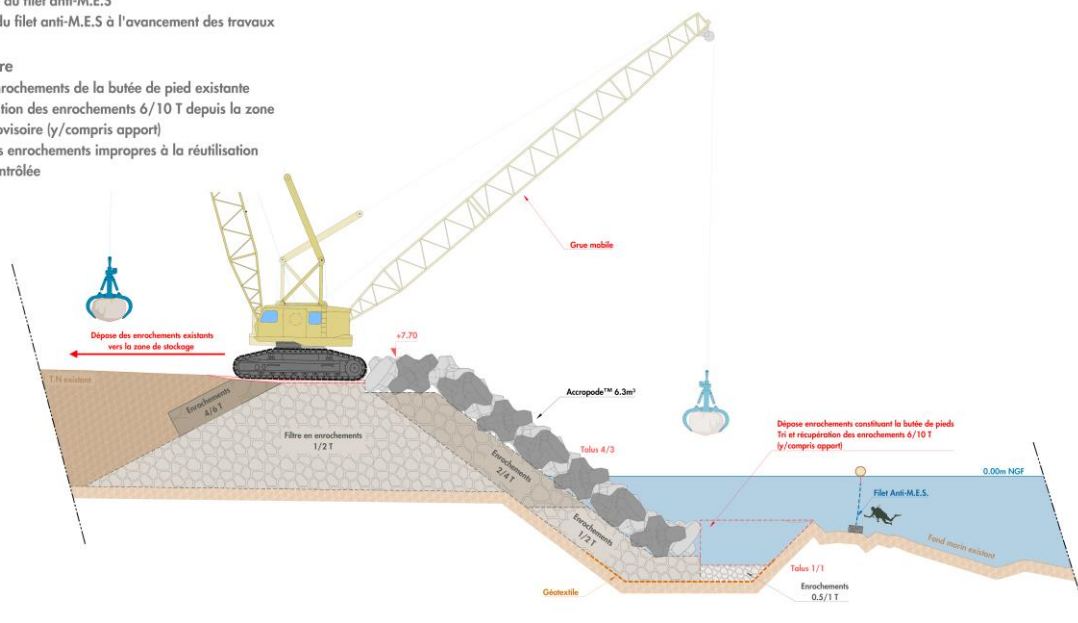


Figure 27 : Extrait du plan méthodologique METH 03a

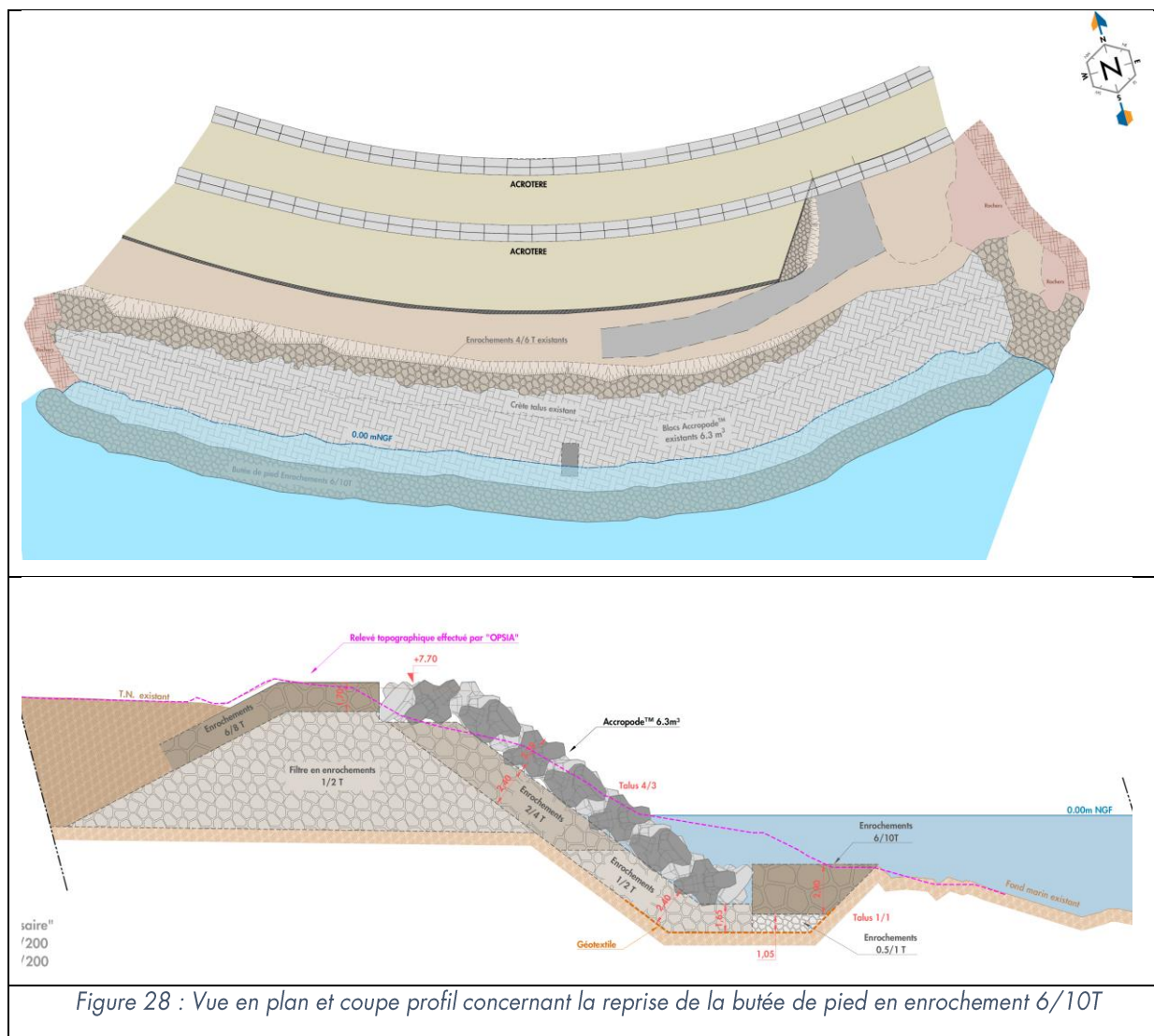
Les travaux portent sur l'intégralité du linéaire de la digue.

La difficulté de ces travaux résidera dans l'approvisionnement de blocs de 6/8 t.

Aujourd'hui les blocs existant sont tout au plus des blocs de 6/8 t mais il conviendra d'apporter des blocs complémentaires > 6t.

Il s'agit d'une catégorie de blocs qui est assez complexe à produire (peu de carrières peuvent extraire ces types de blocs : Brignoles / Martigues) du fait de la faible cadence d'obtention de blocs de cette catégorie lors d'un tir en carrière. Il devra être réfléchi à la possibilité de faire un marché spécifique à la fourniture de ces blocs pour permettre d'anticiper le besoin en bloc.

Il pourrait également être envisagé de décaler cette partie de travaux à la saison d'après pour permettre la fabrication des blocs et éviter une accumulation de moyen matériel sur une période de travaux courte (Saison estivale)



5.2 METHODOLOGIE DE TRAVAUX

La description des travaux est présentée ci-dessous.

5.2.1 Prestations préliminaires et finales

- Amenée et repliement des installations de chantier terrestre ;
- Pistes, remblais ;
- Études et plans d'exécution ;
- Méthodes et moyens observationnels ;
- Zones de stockage provisoire ;
- Réalisation d'un cahier de prescriptions d'utilisation des ouvrages et dossier des ouvrages exécutés (DOE) ;
- Réalisation des ouvrages provisoires, études et méthodes ;
- Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) ;
- Plan d'assurance qualité (PAQ), environnement (PAE) et suivi ;

- PPSPS ;
- État des lieux et constat contradictoire de l'état du site par le même huissier avant et après travaux ;
- Installations de chantier ;
- Signalisations terrestres et maritimes ;
- Signalisations maritimes provisoires ;
- Surveillance et astreinte ;
- Panneaux de chantier ;
- Reconnaissances et protection des réseaux ;
- Amenée et repliement des moyens terrestres Cf plan en annexe COR-PLAN-02-0;
- Amenée et repliement des moyens nautiques ;
- Travaux topographiques, bathymétrie et piquetage général et particulier ;
- Réalisation et entretien des barrages flottants anti-turbidité ;
- Réalisation de mesures de turbidité journalières ;
- Entretien durant les travaux et remise en état en fin de travaux des accès et des zones utilisées ;
- ...

Nota : les voiries resteront accessibles aux utilisateurs et personnels travaillant à la station d'épuration AMPHITRIA pendant la phase travaux hors zone d'implantation.

Le Titulaire devra prendre connaissance des contraintes d'accès et de livraison par le tunnel d'accès, respect du gabarit routier Cf voir plan en annexe : COR-PLAN-01-0.

5.2.2 Travaux émissaire

5.2.2.1 Création d'une manchette dans le regard existant

Les travaux comprendront :

Terrassement :

- Les terrassements seront réalisés en appui de la chambre existante avec une pelle hydraulique long bras ou à la grue et benne preneuse pour le réglage fin du terrassement ;
- Selon les dispositions du terrain et des matériaux existants un confortement par blindage sera nécessaire avant la réalisation du terrassement (à déterminer selon les études d'EXE);
- Le niveau de la plateforme général sera descendu à environ 2,50 NGF.
- Le niveau de la plateforme au niveau du voile Est du regard existant sera descendu à -2,75 NGF.
- Réalisation d'une assise en ballast 20/40 d'épaisseur ± 30 cm à - 3.00 NGF (à confirmer suivant études d'EXE) par atelier de plongeur classe II mention A;

Génie Civil :

- Dans la chambre pose par plongeur de profilés et lame guillotine permettant de séparer le flux;
- Epuisement de la chambre (si nécessaire avec ballonnage de l'émissaire).
- Renforcement éventuel de la chambre pour supporter l'ouverture dans le voile
- Création d'une ouverture dans le voile Est pour scellement d'une manchette (travail par atelier de plongeur classe II mention A)
- Scellement d'une manchette avec une plaque pleine DN 2000 intérieur. (par atelier de plongeur classe II mention A)

5.2.2.2 Pose d'un nouvel émissaire (Cf. COR-046-18-AVP-COUP-01-1)

- Dépose des enrochements de la berme existante dans la zone d'intervention ;
- Mise en place d'un filet anti-MES ;
- Réalisation piste d'accès ;
- Dépose des enrochements de la butée de pied existante dans la zone d'intervention ;
- Réalisation d'une protection provisoire avec les enrochements déposés ;
- Dépose et stockage des ACCROPODE™ existants ;
- Dépose des enrochements de sous-couche et de filtre existants ;
- Réalisation des souilles en vue de la pose de la nouvelle conduite ;
- Évacuation des matériaux extraits en décharge contrôlée ou, en fonction des caractéristiques des matériaux possibilité de les réutiliser comme remblais ;
- Stabilisation provisoire des talus situés de part et d'autre de la future conduite par la mise en place des enrochements et blocs artificiel déposés ; (cf. Figure 25 : Visualisation du front d'ouverture de la digue)
- Préparation de l'assise de pose de la nouvelle conduite en ballast ;
- Pose de la nouvelle conduite y compris diffuseur et raccordement à la chambre ;
- Coffrage et Ferrailage du sarcophage de protection de la nouvelle conduite.

5.2.3 Travaux digue

5.2.3.1 Reprise de la protection de l'émissaire

- Réalisation d'une aire de préfabrication sur un terrain choisi par le Titulaire pour confection de Blocs Artificiels ACCROPODE™ de 6.3 m³ ;
- Préfabrication de Blocs Artificiels ACCROPODE™ de 6.3 m³ ;
- Dépose et stockage de la protection provisoire des talus ;
- Remblaiement ballast au-dessus de la conduite à l'arrière du sarcophage ;
- Réalisation, côté mer et au-dessus de la conduite, de la protection en enrochements bétonnés ;
- Préparation de l'assise de la butée de pied en enrochements 0.5/1T de part et d'autre du sarcophage ;
- Pose des enrochements filtre 1/2t (cœur de la protection) ;
- Pose de la sous-couche en enrochements 1/2t et 2/4t pour pose des ACCROPODE™ existants et préfabriqués ;
- Scellement de demi-blocs artificiels aux deux sarcophages pour s'affranchir de tout phénomène de glissement sur ces deux zones ;
- Reconstruction de la carapace de protection dans la zone d'intervention par la pose des ACCROPODE™ existants et préfabriqués.
- Pose d'enrochements 6/10t ou 6/8t de butée de pied de part et d'autre du sarcophage sur environ 20 ml ;
- Reconstruction de la berme sur la zone d'intervention par la repose d'enrochements 4/6T ;

- Évacuation des produits non conformes à la réalisation de la butée de pied en décharge contrôlée.

5.2.3.2 Reprise de la butée de pied de part et d'autre de la nouvelle conduite

- Dépose des enrochements de la berme existantes (enrochements 4/6 t) de part et d'autre ;
- Réalisation piste d'accès ;
- Fourniture d'enrochements 6/8 t voire 8/10 t à partir d'une carrière agréé
- Pose d'enrochements 6/8t (10 t) pour reprise de la butée de pied ;
- Dépose de la piste d'accès provisoire et reconstitution de la berme en enrochement 4/6 t ;
- Évacuation des produits non conformes à la réalisation de la butée de pied en décharge contrôlée.

5.2.3.3 Alternative pour la pose de la butée de pied

Il convient de noter qu'au regard de l'emprise limité pour la réalisation de l'ensemble des travaux une solution alternative a été étudié pour permettre un dégagement des emprises plus rapide.

En effet, il a bien été noté que de nombreux travaux étaient programmés sur le site de la station d'épuration du cap Sicié et que par conséquent, des coactivités importantes pouvaient avoir lieu.

Ainsi si l'intégralité des travaux de remplacement de l'émissaire ne peuvent être raisonnablement conçus depuis un atelier maritime, les travaux de reprise de la butée de pied pourraient quant à eux être mis en œuvre depuis un atelier maritime.

Ces travaux sont décrits dans la méthodologie COR-046-18-AVP-METH-03b-0

6 ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX

Deux estimations sont fournies dans le cadre de cet AVP en fonction de la méthode de réalisation de la butée de pied.

Comme indiqué lors de la réunion de présentation, une incertitude subsiste sur la topographie/bathymétrie notamment dans la zone des petits fonds (entre 0,5 et -2m). Néanmoins il ne s'agit pas là d'un enjeu qui remettra en cause profondément l'économie du projet.

6.1 ESTIMATION VOIE TERRESTRE

Réparation de la digue de protection de la station d'épuration Amphitria voie terrestre Maîtrise d'Œuvre					
Phase AVP - Zone Prioritaire					
N°	Designation	U	Qte	PU	Total HT
TRAVAUX PRÉPARATOIRES					
1	Installation de chantier	ft	1,00	150 000,00	150 000,00
2	Amenée et repliement matériels terrestres	ft	1,00	130 000,00	130 000,00
3	Balisage maritime	ft	1,00	10 000,00	10 000,00
4	Relevés bathymétriques et topographique (avant et après lien d'emprunt)	ft	1,00	7 000,00	7 000,00
5	Études et plans d'exécution	ft	1,00	25 000,00	25 000,00
6	Suivi qualité, sécurité, environnement	mois	8,00	5 000,00	40 000,00
7	Étalonnage et analyse turbidité	mois	8,00	2 000,00	16 000,00
8	Filet Anti-MES	ft	1,00	75 000,00	75 000,00
Total Travaux Préparatoires					453 000,00
RÉALISATION DE L'ÉMISSAIRE PROJET					
9	Terrassement emprise émissaire (Y/C chambre et disposition de blindage provisoire)	m ³	1 440,00	80,00	115 200,00
10	Dépose et repose d'enrochements 4/6 T "Berme existante" emprise émissaire	t	2 343	25,00	58 586,26
11	Dépose et repose d'enrochements 4/6 T "Berme existante" section courante	t	3 172	25,00	79 298,40
12	Dépose et repose d'Accropode™ existants 6.3 m3 emprise émissaire	u	170	1 200,00	204 000,00
13	Dépose et repose d'Accropode™ existants (y/compris enrochements) section courante : pour permettre accès butée de pied	u	80	1 200,00	96 000,00
14	Dépose et repose d'enrochements 1/2 T "Filtre existant" emprise émissaire	t	3 624	35,00	126 854,32
15	Dépose et repose d'enrochements 2/4 T "Filtre existant" emprise émissaire	t	2 319	35,00	81 164,13
16	Réglage filtre 2/4 T emprise berme section courante issu de la dépose et récupération	t	1 304	25,00	32 606,25
17	Réglage d'assise ballast 20/40 mm ep: 30 cm	m ²	300	180,00	54 000,00
18	Pose et fourniture des sections de l'émissaire Projet (Y/C manchette de raccordement et diffuseur)	ml	75	2 000,00	149 600,00
19	Adaptation chambre existante et raccordement bride départ émissaire	ft	1,00	80 000,00	80 000,00
20	Pose du Géotextile	m ²	349	18,00	6 273,72
21	Pose du ballast 40/80 mm ep : 1.00 m	m ³	612	65,00	39 801,39
22	Coffrage et ferrailage sarcophage béton (y/c atelier de plongeurs)	m ³	125,00	1 200,00	150 000,00
23	Protection en enrochements bétonnés (y/c pompage et atelier de plongeurs)	m ³	61	280,00	16 983,51
24	Fourniture et Pose d'enrochements 4/6 T	t	586	75,00	43 939,70
25	Fourniture et Pose d'enrochements 1/2 T "Filtre"	t	906	85,00	77 018,69
26	Fourniture et Pose d'enrochements 2/4 T "Filtre "	t	580	80,00	46 379,50
27	Fourniture et pose Blocs artificiels 6.3 m ³	u	52	2 200,00	114 861,67
28	Évacuation des matériaux issus de la dépose en décharge contrôlée (y/c accropodes cassés) et frais de redevance	t	1 300	35,00	45 490,63
29	Remplissage béton de l'émissaire existant	m ³	226	350,00	79 168,13
Total Réalisation de l'émissaire Projet					1 697 226,29
REPRISE BUTÉE DE PIED					
30	Dépose enrochements "Butée de pied existante"	t	6 499	35,00	227 453,15
31	Tri et Repose des enrochements 6/8 T "Butée de pied existante"	t	3 899	30,00	116 975,91
32	Fourniture et pose des enrochements 6/8 T "Butée de pied "	t	3 981	100,00	398 082,26
33	Frais de stand-by pour pose de l'émissaire	Ft	1	90 000,00	90 000,00
34	Évacuation des matériaux issus de la dépose et frais de redevance	t	2 600	25,00	65 000,00
Total Reprise Butée de Pied					897 511,32
Total					3 047 737,61
Aléas 5%					152 386,88
Total HT					3 200 124,49
TVA 20%					640 024,90
Total TTC					3 840 149,39

6.2 ESTIMATION VOIE MARITIME

Réparation de la digue de protection de la station d'épuration Amphitria voie terrestre et maritime Maîtrise d'Œuvre					
Phase AVP - Zone Prioritaire					
N°	Designation	U	Qte	PU	Total HT
TRAVAUX PRÉPARATOIRES					
1	Installation de chantier	ft	1,00	150 000,00	150 000,00
2	Amenée et repliement matériels terrestres	ft	1,00	80 000,00	80 000,00
3	Balisage maritime	ft	1,00	10 000,00	10 000,00
4	Relevés bathymétriques et topographique (avant et après lien d'emprunt)	ft	1,00	7 000,00	7 000,00
5	Études et plans d'exécution	ft	1,00	25 000,00	25 000,00
6	Suivi qualité, sécurité, environnement	mois	6,00	5 000,00	30 000,00
7	Etalonnage et analyse turbidité	mois	6,00	2 000,00	12 000,00
8	Filet Anti-MES	ft	1,00	75 000,00	75 000,00
9	Amené et repli atelier maritime	ft	1,00	100 000,00	100 000,00
Total Travaux Préparatoires					489 000,00
REALISATION DE L'EMISSAIRE PROJET					
10	Terrassement emprise émissaire (Y/C chambre et disposition de blindage provisoire)	m ³	1 440,00	80,00	115 200,00
11	Dépose et repose d'enrochements 4/6 T "Berme existante" emprise émissaire	t	2 343	25,00	58 586,26
12	Dépose et repose d'Accropode TM existants 6.3 m ³	u	170	1 200,00	204 000,00
13	Dépose et repose d'enrochements 1/2 T "Filtre existant"	t	3 624	35,00	126 854,32
14	Dépose et repose d'enrochements 2/4 T "Filtre existant"	t	2 319	35,00	81 164,13
15	Réglage filtre 2/4 T emprise berme section courante issu de la dépose et récupération	t	1 304	25,00	32 606,25
15	Réglage d'assise ballast 20/40 mm ep: 30 cm	m ²	300	180,00	54 000,00
16	Pose et fourniture des sections de l'émissaire Projet (Y/C manchette de raccordement et diffuseur)	ml	75	2 000,00	149 600,00
17	Adaptation chambre existante et raccordement bride départ émissaire	ft	1,00	80 000,00	80 000,00
18	Pose du Géotextile	m ²	349	18,00	6 273,72
19	Pose du ballast 40/80 mm ep : 1.00 m	m ³	612	65,00	39 801,39
20	Coffrage et ferrailage sarcophage béton (y/c atelier de plongeurs)	m ³	125,00	1 200,00	150 000,00
21	Protection en enrochements bétonnés (y/c pompage et atelier de plongeurs)	m ³	61	280,00	16 983,51
22	Fourniture et Pose d'enrochements 4/6 T	t	586	75,00	43 939,70
23	Fourniture et Pose d'enrochements 1/2 T "Filtre"	t	906	85,00	77 018,69
24	Pose d'enrochements 2/4 T "Filtre " issu de la dépose	t	580	80,00	46 379,50
25	Fourniture et pose Blocs artificiels 6.3 m ³	u	52	2 200,00	114 861,67
26	Evacuation des matériaux issus de la dépose en décharge contrôlée (y/c accropodes cassés) et frais de redevance	t	2 678	35,00	93 721,90
27	Remplissage béton de l'émissaire existant	m ³	226	350,00	79 168,13
Total Réalisation de l'émissaire Projet					1 570 159,16
REPRISE BUTÉE DE PIED					
28	Dépose enrochements 6/8 T "Butée de pied existante"	t	6 499	20,00	129 973,23
29	Repose des enrochements 6/8 T "Butée de pied existante"	t	3 899	25,00	97 479,92
30	Fourniture et pose des enrochements 6/8 T "Butée de pied "	t	3 981	120,00	477 698,71
31	Atelier maritime réalisation de la butée de pied	i/t	40	8 500,00	340 000,00
32	Evacuation des matériaux issus de la dépose et frais de redevance	t	2 599	90,00	233 951,81
Total Reprise Butée de Pied					1 279 103,68
Total					3 338 262,84
Aléas 5%					166 913,14
Total HT					3 505 175,99
TVA 20%					701 035,20
Total TTC					4 206 211,18

