

# REHABILITATION DE LA RISBERME EN PIED DU REMBLAI DES SABLES D'OLONNE

MAÎTRISE D'OEUVRE

RAPPORT D'ETUDES PROJET- IND.A

**ARTELIA Ville et Transport**  
**Département Infrastructure Energie**  
**Aménagement**

Parc d'Activités du Gohélève – Rue Henri Moissan  
Noyal Pontivy – CS 20093  
56303 PONTIVY CEDEX  
Tel. : +33 (0)2 97 25 38 50  
Fax : +33 (0)2 97 27 82 88



**LES SABLES D'OLONNE AGGLOMERATION**

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>DISPOSITIONS GENERALES</b>	<b>3</b>
1.1.	PROGRAMME DE L'OPERATION	3
1.2.	DOCUMENTS DE REFERENCE	3
1.3.	REGLEMENTS DE REFERENCE	3
1.4.	DONNEES GENERALES	4
1.4.1.	SITUATION	4
1.4.2.	NIVELLEMENT ET PLANIMETRIE	4
1.4.3.	DONNEES HYDRAULIQUES	5
1.4.3.1.	NIVEAU DES MAREES	5
1.4.4.	DONNEES METEO-OCEANIQUES	5
1.4.4.1.	AGITATION	5
1.4.5.	DONNEES TOPOGRAPHIQUES	6
1.4.6.	DONNEES GEOTECHNIQUES	6
1.4.7.	DONNEES SISMQUES	7
1.4.8.	DONNEES ENVIRONNEMENTALES	7
1.4.8.1.	NATURA 2000	7
1.4.8.2.	CIRCULATION	7
1.5.	ETAT DES LIEUX	7
1.5.1.	CONNAISSANCE DES LIEUX	7
1.5.1.1.	COMPOSITION	7
1.5.1.2.	DIMENSIONS	8
1.5.1.3.	ETAT DE CONSERVATION	9
1.5.2.	CAMPAGNE DE SONDAGES	10
1.5.2.1.	TOIT ROCHEUX	10
1.5.2.2.	ASSISE DALLE RISBERME COTE PERRE	10
1.5.3.	RESEAUX	14
1.5.3.1.	EAUX PLUVIALES	14
1.5.3.2.	GAZ ET ELECTRICITE	14
1.5.3.3.	INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES	15
1.5.3.4.	RESEAU D'EAU USEE ET D'EAU POTABLE	15
1.5.3.5.	RESEAUX TELEPHONIQUE ET ECLAIRAGE PUBLIC	15
1.5.3.6.	SYSTEME ECOPLAGE	15
<b>2.</b>	<b>DESCRIPTION DES OUVRAGES A REALISER</b>	<b>16</b>
2.1.	GENERALITES	16
2.2.	IMPLANTATION, PIQUETAGE, RELEVÉ ET SUIVI DE L'EXISTANT	16
2.3.	RISBERME EN BETON ARME	16
2.3.1.	COMPLEXE SOUS DALLE	16
2.3.2.	PIED DE RISBERME EN BETON ARME	17
2.3.2.1.	PARTIE COURANTE	17
2.3.2.2.	MARCHES D'ACCES A LA PLAGE	17
2.3.3.	DALLE EN BETON ARME	18
2.3.3.1.	LIAISON AVEC LE PERRE	18
2.3.3.2.	LIAISON AVEC LE PIED DE RISBERME	18
2.3.3.3.	EQUIPEMENTS	18
2.3.4.	JOINTS DE DILATATION	18
2.4.	PERRE MACONNE	19
2.5.	ESCALIER D'ACCES	19
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICATION DES OUVRAGES</b>	<b>19</b>
3.1.	MATERIAUX	19
3.1.1.	BETON	19
3.1.2.	ARMATURES	20
3.1.2.1.	ENROBAGE DES ARMATURES BETON ARME	20
3.1.2.2.	LIMITATION DES CONTRAINTES	20

**REHABILITATION DE LA RISBERME EN PIED DU REMBLAI DES SABLES D'OLONNE**

MAÎTRISE D'OEUVRE

RAPPORT D'ETUDES PROJET- IND.A

3.1.2.3.	%MINI SECTIONS RECTANGULAIRES	20
3.1.2.4.	%MINI SECTIONS QUELCONQUES	21
<b>3.2.</b>	<b>ACTIONS</b>	<b>21</b>
3.2.1.	CHARGES PERMANENTES G	21
3.2.2.	CHARGES D'EXPLOITATION REGLEMENTAIRES DUES AU TRAFIC	21
3.2.2.1.	CHARGES VERTICALES	21
3.2.2.2.	CHARGES HORIZONTALES	22
3.2.2.3.	CHARGES SISMQUES	22
3.2.2.4.	CHARGES CLIMATIQUES	23
3.2.3.	COMBINAISONS DES ACTIONS	23
3.2.3.1.	VERIFICATIONS DES ELEMENTS EN BETON ARME	23
<b>3.3.</b>	<b>VERIFICATION ANALYTIQUE DES ELEMENTS DE CONSTRUCTION</b>	<b>23</b>
3.3.1.	DALLE DE RISBERME	23
3.3.1.1.	CHARGES APPLIQUEES	24
3.3.1.2.	ESTIMATIONS DES ARMATURES	24
3.3.2.	BANDE NOYEE	25
3.3.2.1.	CHARGES APPLIQUEES	26
3.3.2.2.	ESTIMATIONS DES ARMATURES	26
3.3.3.	LONGRINE	27
3.3.3.1.	CHARGES APPLIQUEES	27
3.3.3.2.	ESTIMATIONS DES ARMATURES	28
<b>4.</b>	<b>ORGANISATION DES TRAVAUX</b>	<b>29</b>
4.1.	CONTRAINTES PARTICULIERES	29
4.2.	GENERALITES - PHASAGE DES TRAVAUX	29
4.2.1.	INSTALLATION DE CHANTIER	29
4.2.1.1.	COTE PLAGE	29
4.2.1.2.	SUR LA PROMENADE GEORGES CLEMENCEAU	30
4.2.2.	DEMOLITION – TERRASSEMENT – EVACUATION	30
4.2.3.	LONGRINE – BANDE NOYEE PERRE/RISBERME – COMPLEXE GEOTEXTILE	31
4.2.4.	PIED RISBERME – BANDE NOYEE DALLE/PIED RISBERME	31
4.2.5.	JOINTS SCIES – JOINTS DE DILATATION	32
4.2.6.	NETTOYAGE – DEGARNISSAGE – REJOINTOIEMENT PERRE	32
4.3.	CALENDRIER	32
<b>5.</b>	<b>ESTIMATION DES TRAVAUX</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>CALENDRIER PREVISIONNEL</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>PLANCHE GRAPHIQUE ET CARNET DE PHASAGE</b>	<b>35</b>

**FIGURES**

FIG. 1.	SITUATION DU PROJET	4
FIG. 2.	IMPLANTATION DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES [REF.5]	6
FIG. 3.	COUPE TRANSVERSALE DE PRINCIPE	8
FIG. 4.	SONDAGE N°1 – COUPE DE PRINCIPE ET PHOTO	11
FIG. 5.	SONDAGE N°2 – COUPE DE PRINCIPE ET PHOTO	12
FIG. 6.	SONDAGE N°3 – COUPE DE PRINCIPE ET PHOTO	13
FIG. 7.	EXTRAIT FOURNI PAR LES SABLES D'OLONNE AGGLOMERATION : SYNTHESE INSPECTION VIDEO	14
FIG. 8.	SCHEMA DE PRINCIPE D'INSTALLATION DE CHANTIER	30

INDICE	DATE DE DIFFUSION	COMMENTAIRES	REDIGE PAR	RELU PAR
A	17/01/2020	• Première diffusion	PGN	JLY

# 1. DISPOSITIONS GENERALES

## 1.1. PROGRAMME DE L'OPERATION

Les Sables d'Olonne Agglomération a confié à ARTELIA une mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation de la risberme en béton, ouvrage référencé n°8 et situé au niveau de la Promenade Georges Clémenceau dans l'alignement de la Rue Guynemer et jusqu'à la Petite Tour Carrée.

Le contenu de la mission comprend les éléments de missions suivants :

- EP / AVP : Etudes Préliminaires et d'Avant-Projet ;
- **PRO : Etudes de Projet ;**
- ACT : Assistance au Maître d'Ouvrage pour la passation des Contrats de Travaux ;
- VISA : l'examen de la conformité au projet et le visa des études d'exécution réalisées par les entrepreneurs ;
- DET : Direction de l'Exécution des Travaux ;
- AOR : Assistance au Maître d'Ouvrage lors des Opérations de Réception et pendant la « Garantie de Parfait Achèvement » (GPA) prévue par l'Article 44.1 du CCAG Travaux.

En phase PRO, l'objectif général est de préciser la solution retenue par le maître d'ouvrage. La solution sera justifiée selon les règlements en vigueur.

## 1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [Réf. 1] : Cahier des Clauses Particulières de la mission de maîtrise d'œuvre ;
- [Réf. 2] : Ouvrage littoral : Phare Rouge / Rejet en mer ;
- [Réf. 3] : Plan topographique SELARL GARCIA – GUYAU - GARCIA Alain Géomètre-Expert – S4844 Ind.B du 19/09/2019
- [Réf. 4] : Plan topographique SELARL GARCIA – GUYAU - GARCIA Alain Géomètre-Expert – S4844 Ind.B du 19/09/2019 + **levé sondage entreprise STRAPO**
- [Réf. 5] : Etude de faisabilité géotechnique G1 PGC – IGESOL INGENIERIE GEOTECHNIQUE – de Février 2015
- [Réf.6] : Etude d'impact de la houle – FONDASOL/DHI – 12/07/2006

## 1.3. REGLEMENTS DE REFERENCE

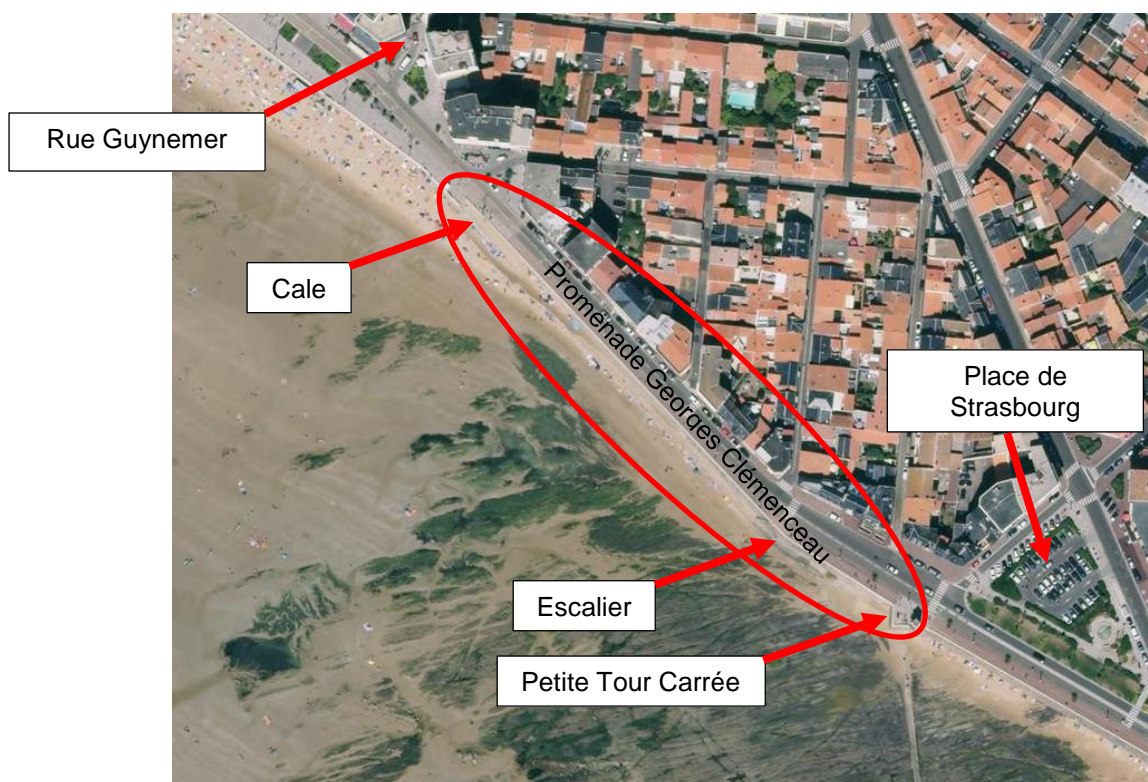
- Eurocodes

## 1.4. DONNEES GENERALES

### 1.4.1. SITUATION

La commune des Sables d'Olonne est située sur la façade Atlantique à l'ouest du département de la Vendée. Le Remblai des Sables d'Olonne compose le front de mer de la ville.

La risberme concernée par le projet se situe au niveau de la Promenade Georges Clémenceau entre la cale dans l'alignement de la Rue Guynemer et jusqu'à la Petite Tour Carrée.



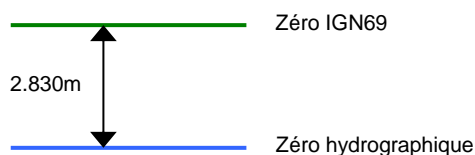
**Fig. 1. Situation du projet**

L'accès à la risberme s'effectue soit par la cale, soit par un escalier à 2 volées (largeur environ 1,35m) situé au droit de la Rue des Barrières.

### 1.4.2. NIVELLEMENT ET PLANIMETRIE

Le zéro des cartes marines (CM96) se situe au niveau du port Les Sables d'Olonne, 2.830m au-dessous du zéro du nivellement général de la France (NGF).

$$Z_{CM} = Z_{IGN69} + 2.830m.$$



### 1.4.3. DONNEES HYDRAULIQUES

#### 1.4.3.1. NIVEAU DES MAREES

Pour Les Sables d'Olonne, le SHOM donne les valeurs suivantes pour les marées (SHOM 2017) :

APPELATION		NIVEAU (m CM)
PHMA	Plus Haute Mer Astronomique	5,93
PMVE	Pleine Mer moyenne de Vives Eaux	5,20
PMME	Pleine Mer moyenne de Mortes Eaux	4,20
NM	Niveau Moyen	3,20
BMME	Basse Mer moyenne de Mortes Eaux	2,05
BMVE	Basse Mer moyenne de Vives Eaux	0,75
PBMA	Plus Basse Mer Astronomique	-0,02

Ces données sont valables dans le port des Sables-d'Olonne.

L'étude d'impact de la houle [Réf.6] étudie la propagation de la houle du large à la côte dans la baie des Sables d'Olonne. On y retient que :

- Le niveau d'eau extrême retenu est celui à l'horizon 2100 : +4,50m NGF soit 7,33m CM.

En considérant le niveau d'eau extrême à l'horizon 2100, la hauteur d'eau à l'interface perré/risberme est de l'ordre de 1,71m (+4,50m NGF/+7,33m CM). Ce qui autorise des houles conséquentes au niveau de la promenade. Par ailleurs la plage présente une très faible pente et est donc peu dissipative de la houle venant du large. C'est pourquoi la risberme est souvent immergée même pour des petits coefficients de marée.

### 1.4.4. DONNEES METEO-OCEANIQUES

#### 1.4.4.1. AGITATION

Le maître d'ouvrage indique que le site est particulièrement exposé au large et que l'ouvrage subit des dégâts importants lors des tempêtes hivernales.

L'étude d'impact de la houle [Réf.6] étudie la propagation de la houle du large à la côte dans la baie des Sables d'Olonne. On en retient que :

- La houle de projet retenue est celle correspondant aux conditions les plus extrêmes relevées par la bouée de houle du réseau CANDHIS au large de l'île d'Yeu :
  - o Hauteur significative :  $H_s = 8,5\text{m}$
  - o Période pic :  $T_p = 13\text{s}$
- Les résultats des simulations de la propagation dans la baie donnent les vagues les plus importantes avec la direction incidente  $225^\circ$  (SW), direction privilégiée de notre projet et dont les effets de réfraction sont les moins importants.



#### 1.4.5. DONNEES TOPOGRAPHIQUES

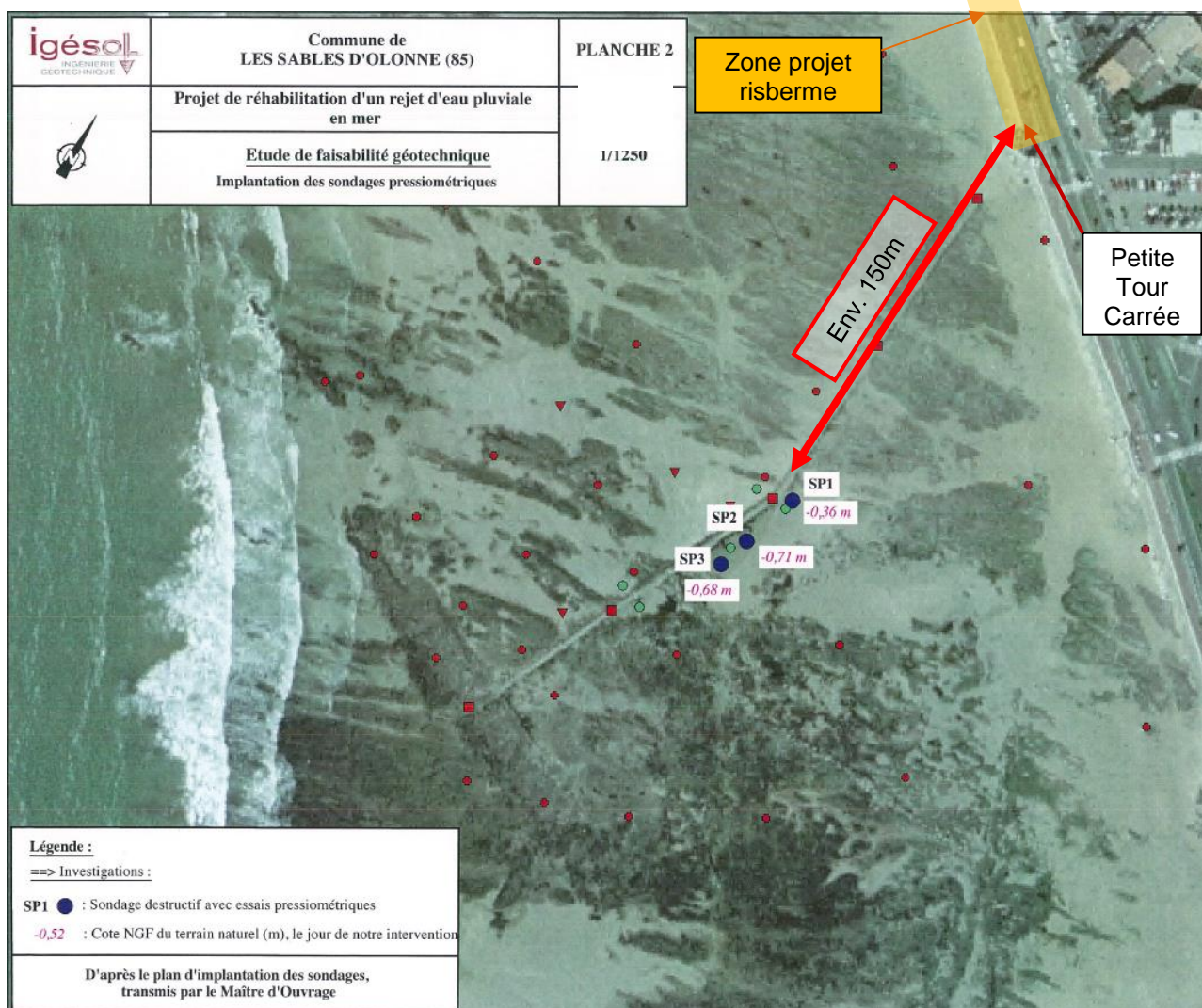
Le Cabinet de géomètre-expert DPLG Alain GARCIA a effectué des relevés dont la dernière mise à jour date du 19/09/2019 [Réf. 3].

#### 1.4.6. DONNEES GEOTECHNIQUES

Les renseignements géologiques et géotechniques relatifs aux travaux sont présentés à titre indicatif dans le rapport de sols :

- [Réf. 5]: Etude de faisabilité géotechnique G1 PGC – IGESOL INGENIERIE GEOTECHNIQUE – de Février 2015

Le rapport IGESOL Ingénierie Géotechnique donne 3 sondages pressiométriques SP1, SP2 et SP3 effectués sur l'estran rocheux à une distance comprise entre 150 (Tour Carrée) et 350 mètres (cale rue Guynemer) des extrémités du projet de rénovation de la risberme.



**Fig. 2. Implantation des sondages pressiométriques [Réf.5]**

Dans le cadre de la G2PRO, nous présentons la synthèse des données géotechniques suivante :

ESSAI	FACIES	PROFONDEUR DE LA BASE (M CM)	EM (MPa)	PL* (MPa)	EM/PL*	$\alpha$
SP1	Alluvions sableuses	1,57	/	/	/	/
	Schiste sain	-3,53 (arrêt volontaire)	135,8	2,47	55,0	1/2
SP2	Alluvions sableuses	1,45	/	/	/	/
	Schiste sain	-3,88 (arrêt volontaire)	123,5	2,39	51,7	1/2
SP3	Alluvions sableuses	-1,57	/	/	/	/
	Schiste sain	-3,85 (arrêt volontaire)	132,6	2,38	55,7	1/2

#### 1.4.7. DONNEES SISMIQUES

Selon le décret N°2010-1255 du 22 octobre 2010, le terrain concerné par le projet est situé en zone 3 (modérée) du découpage administratif de la France métropolitaine.

Cependant, les ouvrages projetés correspondent à des ouvrages de la classe d'importance I (ouvrage excluant tout activité humaine prolongée). Ainsi, ils ne doivent pas nécessairement répondre aux règles de construction parasismique.

#### 1.4.8. DONNEES ENVIRONNEMENTALES

##### 1.4.8.1. NATURA 2000

Le projet ne se situe pas dans le périmètre d'une zone classée Natura 2000.

##### 1.4.8.2. CIRCULATION

D'après les informations recueillies auprès de la Ville des Sables, aucun véhicule ne circule sur la risberme. Cependant, on retiendra l'hypothèse de la venue d'un véhicule de service (cf. §3.2.2) sur la risberme.

### 1.5. ETAT DES LIEUX

#### 1.5.1. CONNAISSANCE DES LIEUX

##### 1.5.1.1. COMPOSITION

L'ouvrage est composé de haut en bas :

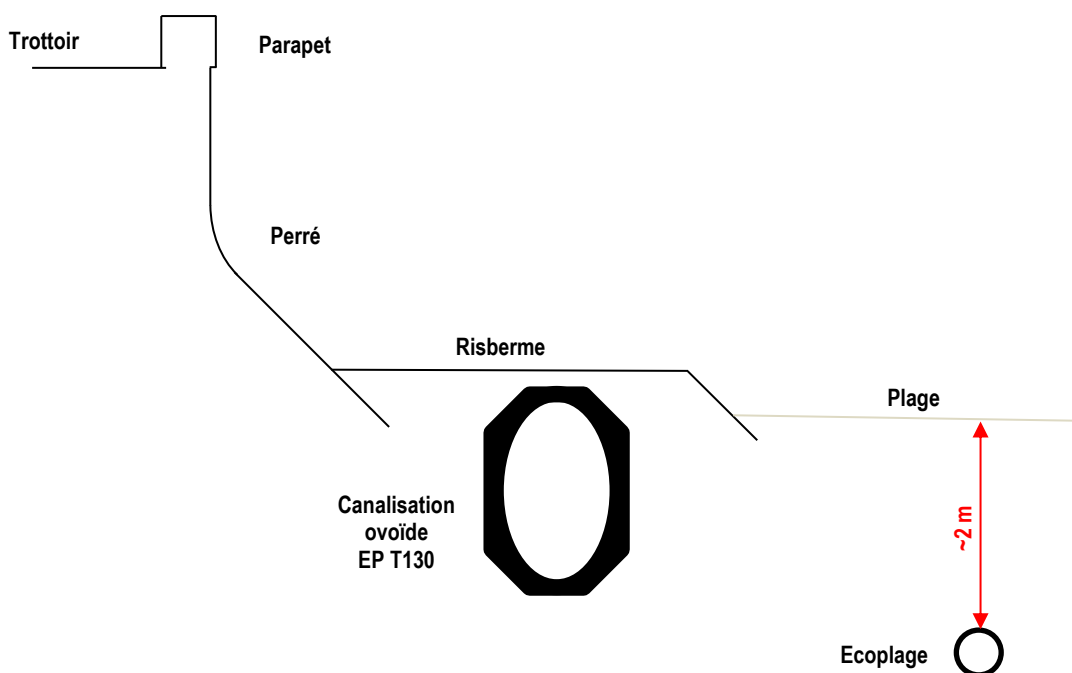
- D'un parapet en blocs maçonnés couronné de pierres de taille ;
- D'un perré maçonné en moellons disposés en opus incertum et recouvert en partie supérieure d'une couche d'enduit formant un arrondi (forme chasse-mer) ;
- D'une risberme composée d'une dalle en béton ;



- D'un pied de risberme composé de béton et de moellons qui aboutit soit directement sur le rocher affleurant, soit plonge sous le sable ;
- De deux volées de trois marches permettant de descendre de la risberme à la plage, une située en bas de la cale et une située au droit de l'escalier.

Sous toute la risberme, une canalisation de récupération d'eau pluviale T130 chemine jusqu'à son exutoire situé sous la petite Tour Carrée [Réf. 2]. Des tampons en permettent l'accès dont un au droit de l'escalier intermédiaire. D'après les informations données par la Ville des Sables d'Olonne, du sable entoure la canalisation T130.

Le système de drainage Ecoplage [Réf. 1], composé de canalisations Ø300mm, se situe devant le pied de la risberme (en dehors de l'emprise de celle-ci) à une profondeur d'environ 2m. Cette hauteur reste cependant variable compte-tenu de la mouvance des sables. Il n'existe pas à notre connaissance de récolement de ce réseau.



**Fig. 3. Coupe transversale de principe**

#### 1.5.1.2. DIMENSIONS

D'après les données du CCP [Réf. 1], le projet de la risberme est long de 200 ml entre la cale au droit de la rue Guynemer et la Petite Tour Carrée. Un angle de 165° découpe le linéaire en 2 tronçons :

- Tronçon 1 : environ 57m entre l'escalier et la petite Tour Carrée,
- Tronçon 2 : environ 143m entre la cale et l'escalier.

La risberme a une largeur comprise entre 2,37m du côté de la Tour Carrée, 3,91m au milieu du tronçon 2 de et 7,11m au pied de la cale [Réf. 3].

L'altimétrie de la dalle de la risberme oscille entre +2,72mNGF (+5,55mCM) et 3,31mNGF (+6,14mCM). De manière irrégulière, elle présente une légère pente vers la mer.

#### 1.5.1.3. ETAT DE CONSERVATION

L'ouvrage est passé récemment à un niveau supérieur dans le classement des risques de la méthode VSC, nécessitant la programmation urgente des travaux.

On constate :

- Des affouillements sous le pied de la risberme ;
- Une altération avec désagrégation du béton de la dalle et à l'interface de la dalle et du pied de risberme. Par ailleurs la dalle est affaissée à quelques endroits. Il est donc probable que le sable entourant la canalisation T130 s'échappe par les trous constatés ;
- Une altération des joints des moellons du perré et du pied de la risberme ; éclatement des pierres et du béton au niveau de l'arête du pied de risberme ;
- La présence de fissures et de fractures remontant de la risberme à travers le parement du perré puis du parapet ;
- La présence d'une fracture horizontale en partie inférieure du parapet sur environ 16ml. Rejet dans le plan vertical de 1 à 2 cm ;

L'ouvrage est probablement soumis à une circulation d'eau venant de deux sources :

- De l'eau de mer par le phénomène de marée : elle circule par les percements, les affouillements et souterrainement par les fractures du schiste altéré ;
- Des eaux de ruissellement gravitaires du remblai de la promenade Georges Clémenceau provenant des eaux d'infiltration de probables fuites des canalisations d'eaux pluviales.

Les constats d'affouillements, de percements et d'affaissements associés à la circulation d'eau démontrent la probabilité que les matériaux de remblai de la risberme (voire du remblai derrière le perré) arrivent à s'échapper.

Le but de la réhabilitation de l'ouvrage est donc de supprimer la fuite des matériaux tout en laissant circuler l'eau.

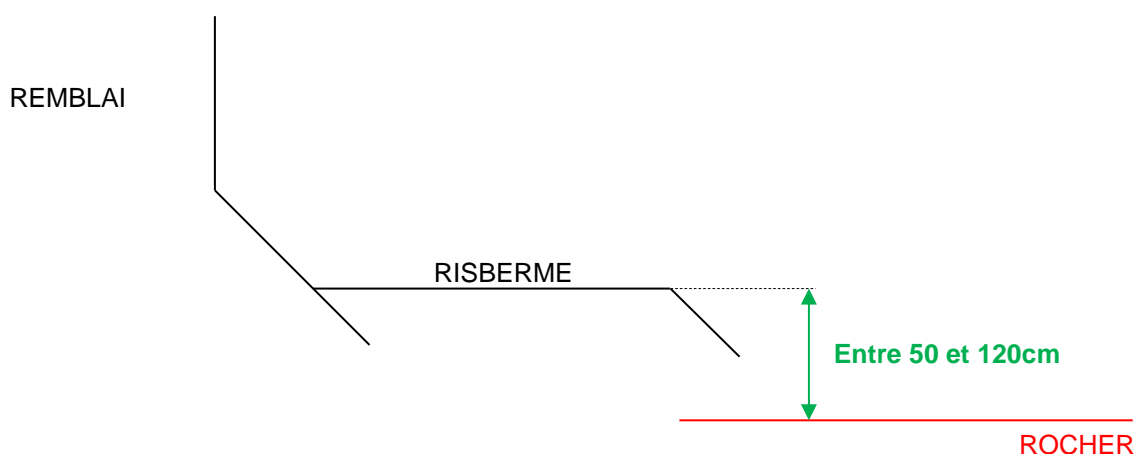
### 1.5.2. CAMPAGNE DE SONDAGES

Des sondages complémentaires ont été nécessaires pour connaître d'une part l'altitude du toit rocheux par rapport à la risberme et d'autre part pour découvrir comment repose la dalle de risberme du côté du pied du perré.

Une série de sondages a été réalisée le 24/09/2019 [Réf. 4]. Ceux-ci ont permis de compléter le relevé géomètre [Réf. 3].

#### 1.5.2.1. TOIT ROCHEUX

Il apparaît que le toit rocheux se situe entre 50 et 120cm par rapport à l'arête supérieure du pied de risberme.



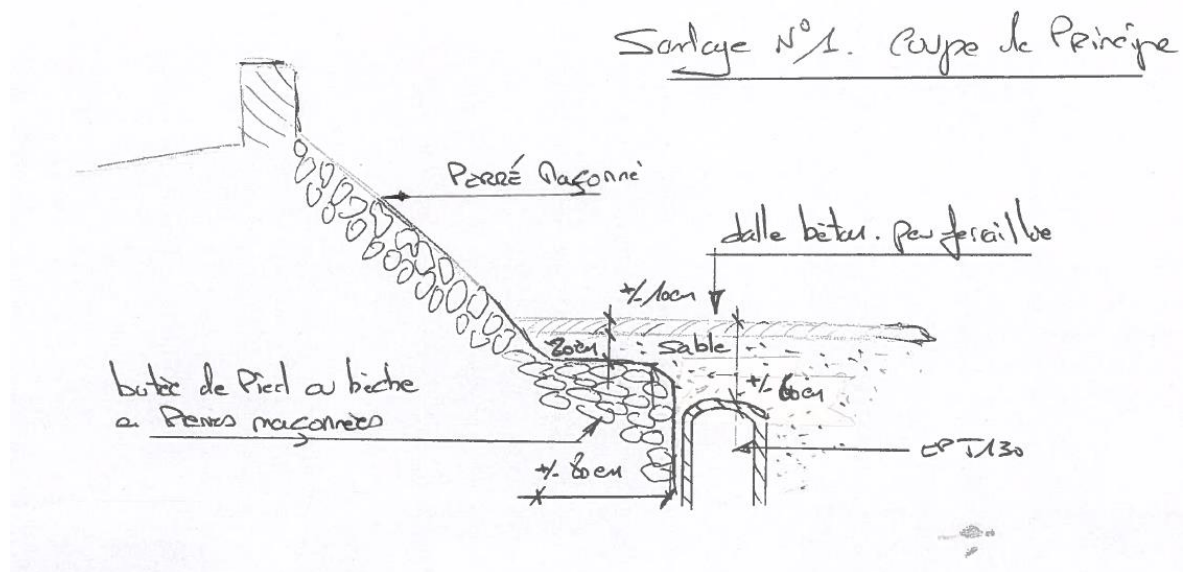
#### 1.5.2.2. ASSISE DALLE RISBERME COTE PERRE

Trois sondages transversaux depuis le pied de perré jusqu'au-dessus de la canalisation T130 ont été réalisés.

Il en ressort que :

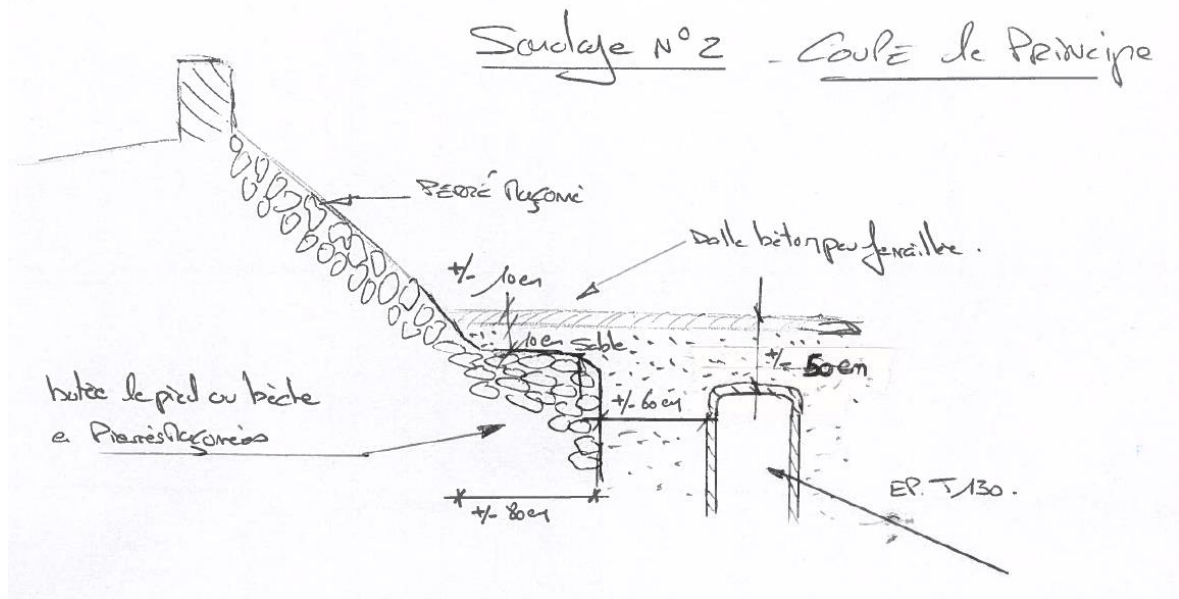
- Le perré dispose d'un pied maçonné formant une banquette plus ou moins large ;
- La dalle de risberme est composée de plusieurs couches (qui ont pu être coulées à des périodes différentes), est peu ferrailée et repose sur cette banquette par l'intermédiaire d'une couche entre 10cm et 20cm d'épaisseur de matériau sable et cailloutis.

Les schémas ci-après donnent les coupes de principe des sondages transversaux.



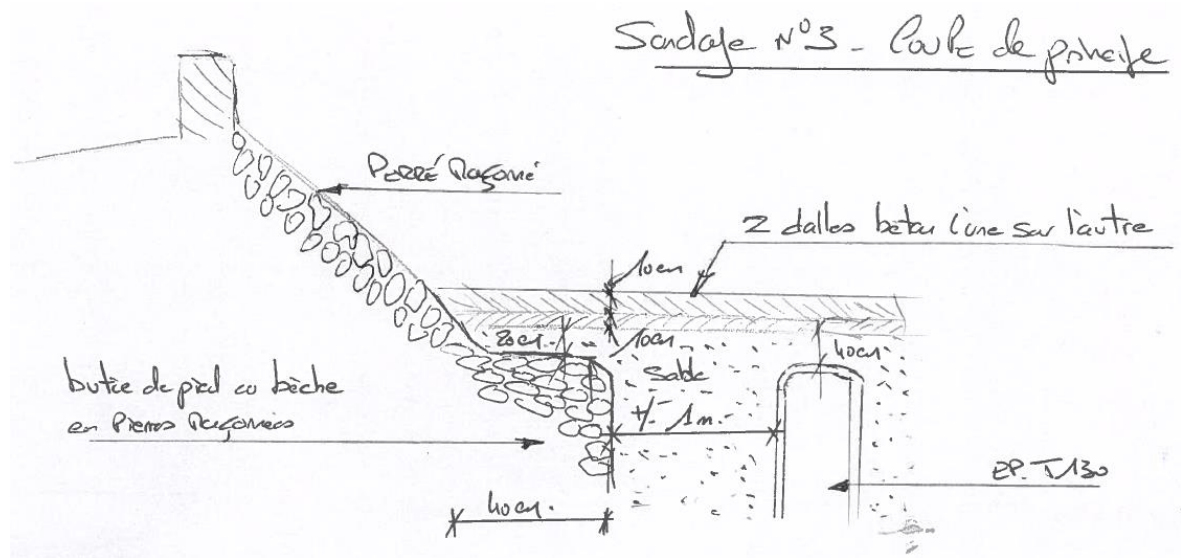
**Fig. 4. Sondage N°1 – coupe de principe et photo**





**Fig. 5. Sondage N°2 – coupe de principe et photo**





**Fig. 6. Sondage N°3 – coupe de principe et photo**

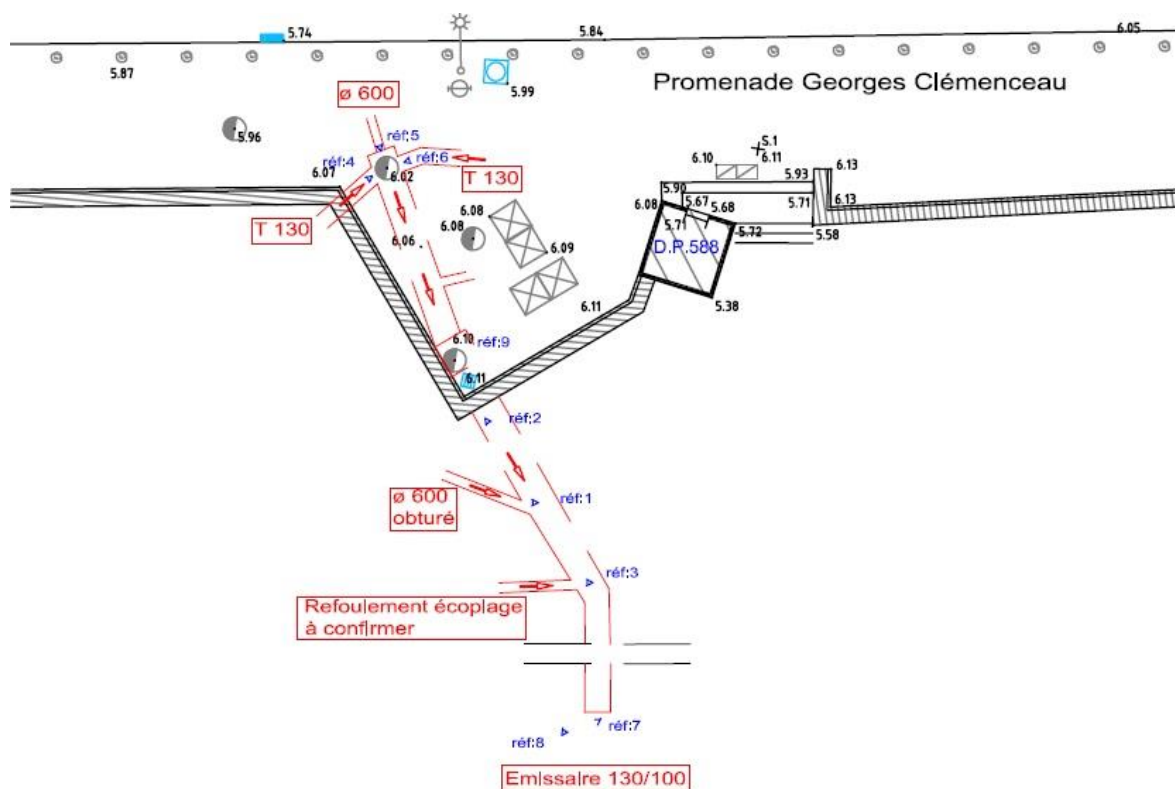
### 1.5.3. RESEAUX

#### 1.5.3.1. EAUX PLUVIALES

D'après le Cahier des Clauses Particulières [Réf.1] et le relevé géomètre [Réf.4], les eaux pluviales du remblai sont acheminées par des avaloirs de la promenade Georges Clémenceau et aboutissent dans un collecteur situé sous le trottoir. Puis, elles rejoignent le collecteur ovoïde T130 situé sous la risberme en deux endroits :

- Au droit de la rue des rochers ; et
- Au pied de la volée sud de l'escalier.

Le collecteur T130 impacte tout le linéaire du projet. Il est accessible soit par un tampon situé au niveau du promontoire de la Petite Tour Carrée, soit par un tampon situé dans la dalle de la risberme au pied de la volée sud de l'escalier central.



**Fig. 7. Extrait fourni par Les Sables d'Olonne Agglomération : synthèse inspection vidéo**

Une attention particulière en phase travaux devra être observée car la canalisation T130 est conservée.

#### 1.5.3.2. GAZ ET ELECTRICITE

D'après les retours de Demandes de Travaux (DT), il n'y a pas d'impact des réseaux GAZ et ELECTRICITE sur le projet.

#### 1.5.3.3. INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES

Le SyDEV (Syndicat Départemental d'Energie et d'Equipement) est propriétaire d'infrastructures de communications électroniques cheminant le long de la promenade Georges Clémenceau sous le trottoir du remblai. Pas d'impact sur le projet.

#### 1.5.3.4. RESEAU D'EAU USEE ET D'EAU POTABLE

Une canalisation d'eau usée SAUR est présente en chaussée de la promenade Georges Clémenceau. Pas d'impact sur le projet.

Un réseau d'eau potable VEOLIA chemine le long de la chaussée du remblai. Pas d'impact sur le projet.

#### 1.5.3.5. RESEAUX TELEPHONIQUE ET ECLAIRAGE PUBLIC

D'après les retours de Demandes de Travaux (DT) :

- Le réseau télécom ORANGE se situe le long du trottoir côté chaussée ;
- Le réseau d'alimentation de l'éclairage public se situe le long du trottoir côté chaussée.

Pas d'impact sur le projet.

#### 1.5.3.6. SYSTEME ECOPLAGE

D'après le Cahier des Clauses Particulières [Réf.1], il existe un réseau gravitaire de rejet du système ECOPLAGE dont l'exutoire se trouve à hauteur de la Petite Tour Carrée.

La hauteur de 2m reste variable compte-tenu de la mouvance des sables.

ECOPLAGE est constitué de tuyaux de drainage, sous la plage, reliés à une station de pompage.

La tranchée dans le substratum est visible en pied côté mer du tronçon de risberme situé entre l'escalier à deux volées et la Petite Tour Carrée.

Les sondages complémentaires n'ont pas permis de détecter la tranchée du système ECOPLAGE au-devant du pied de la risberme côté cale.

Il n'existe pas à notre connaissance de récolement de ce réseau.

## **2. DESCRIPTION DES OUVRAGES A REALISER**

### **2.1. GENERALITES**

La risberme est accessible au public. Les ouvrages projetés sont définis, quant à leurs dispositions générales, par les plans joints au dossier (Annexe 2).

Les dispositions structurelles (épaisseurs, sections, nuances...) des ouvrages en béton armé décrites ci-après sont également fournies à titre indicatif et devront impérativement être justifiées par les calculs réglementaires lors des études d'exécution. De même, les caractéristiques des matériaux données ci-après ne sont données qu'à titre indicatif et devront impérativement être soumises à l'approbation du maître d'œuvre.

La démolition et la reconstruction de l'ouvrage permettront de conserver l'emprise au sol et les cotes altimétriques initiales conformes au relevé géomètre [Réf.3].

Les ouvrages à réhabiliter comprennent 2 ensembles :

1. la risberme en béton armé : pied et dalle ;
2. le perré maçonné.

### **2.2. IMPLANTATION, PIQUETAGE, RELEVÉ ET SUIVI DE L'EXISTANT**

La risberme existante sera démolie puis reconstruite. Elle aura les mêmes dimensions et profils extérieurs que l'existant.

L'entreprise devra impérativement prévoir un relevé de l'existant pour réimplanter correctement l'ouvrage.

### **2.3. RISBERME EN BETON ARME**

Tous les gravats seront évacués en décharge certifiée.

#### **2.3.1. COMPLEXE SOUS DALLE**

A la suite de la démolition de la risberme existante, les matériaux sous-jacent seront purgés pour permettre l'installation des différents éléments du complexe. Un soin particulier sera apporté pour ne pas déstabiliser la canalisation ovoïde T130 et procéder si nécessaire à son maintien par des ouvrages provisoires.

Un complexe sera ensuite mis en place et constitué de :

- Un géotextile renforcé non tissé aiguilleté déployé entre le pied du perré et la fouille dans le rocher (les recouvrements nécessaires suivront les indications du fabricant) ;
- Une couche de forme en grave d'apport 20/40 ép. 0,30m et compactée sous la future dalle. Eventuellement, une couche de grave bitume ép. 0,30m compactée sous le pied de risberme à 45° à la place de la grave 20/40 ;

- Des événements crépinés espacés tous les 5ml en tube PVC Ø80 pour relier la surface du dallage à la grave 20/40. Les événements devront être obturés par une grille métallique sur la surface de la dalle ;
- Des barbacanes crépinées espacées tous les 5ml en tube PVC Ø80 placées en pied de risberme pour relier le sable de la plage à la grave 20/40 ;
- Du béton de propreté ép. 0,10m au-dessus de la grave 20/40.

### **2.3.2. PIED DE RISBERME EN BETON ARME**

#### **2.3.2.1. PARTIE COURANTE**

Ancré en pied dans le substratum rocheux par l'intermédiaire d'une longrine en béton armé, le pied de risberme permettra de lutter contre la fuite des matériaux.

L'altitude de la longrine s'adaptera à la profondeur du substratum rocheux.

Caractéristiques principales :

- Longrine béton armé :
  - o Coulée en place sur béton de propreté de 10cm minimum
  - o Largeur minimale : 0,50m
  - o Profondeur d'ancrage minimale : 0,50m
  - o Ancrages au substratum :
    - Barres HA25
    - Espacement : 1,00m
    - Profondeur minimale scellement : 1,00m
- Partie courante braise béton armé :
  - o Coulée en place sur béton de propreté de 10cm minimum
  - o Niveau de finition : parement fin
  - o Pente : 45°
  - o Arête arrondie : rayon : 0,30m
  - o Epaisseur : 0,30m

#### **2.3.2.2. MARCHES D'ACCES A LA PLAGE**

Les 2 escaliers béton armé d'accès entre la risberme et la plage auront les caractéristiques suivantes :

- Longrine béton armé : identique à la partie courante
- Paillasse béton armé :
  - o Coulée en place sur béton de propreté de 10cm minimum



- Epaisseur : 0,30m
- Marches béton armé :
  - Dimensions identiques par rapport à l'existant
    - Girons : pente 2% vers la mer
    - Arêtes chanfreinées 2cmx2cm
  - Finition :
    - Contremarches : parement fin
    - Girons : balayée

### **2.3.3. DALLE EN BETON ARME**

La dalle sera coulée en place par-dessus le complexe (cf §2.3.1). Elle aura une épaisseur de 0,30m et présentera une pente de 2% vers la plage.

La dalle intégrera des joints sciés transversaux (perpendiculaires au perré) tous les 6,00ml maximum. Elle intégrera aussi des joints sciés longitudinaux entre les bandes noyées béton armé et le corps de dalle.

#### **2.3.3.1. LIAISON AVEC LE PERRE**

La dalle prendra appui sur la banquette en maçonnerie du pied du perré. Cet appui formera une bande noyée linéaire en béton armé qui s'insèrera dans le perré. Pour se faire, il sera nécessaire de déposer l'équivalent d'une rangée de moellons à l'interface perré/risberme. Cette opération peut fragiliser le perré et devra donc être réalisée par tronçons successifs de 2 mètres maximum pour ne pas fragiliser le perré. Une attention particulière sera portée au traitement des interfaces entre le béton et la maçonnerie existante.

Par ailleurs, une liaison mécanique sera créée à l'aide de barres d'ancrage :

- Barres HA25
- Espacement : 0,40m
- Profondeur minimale scellement : 0,60m

#### **2.3.3.2. LIAISON AVEC LE PIED DE RISBERME**

Côté mer, la dalle sera structurellement reliée au pied de la risberme par l'intermédiaire d'une bande noyée linéaire en béton armé.

#### **2.3.3.3. EQUIPEMENTS**

Remplacement à neuf du tampon d'accès à la canalisation T130 (en bas de la volée sud de l'escalier d'accès)

### **2.3.4. JOINTS DE DILATATION**

Des joints secs de 5mm maximum interrompent la structure tous les 48ml maximum.

## **2.4. PERRE MACONNE**

L'opération comprend :

- Le nettoyage, le dégarnissage et le rejointoiement du perré à l'aide d'un mortier de jointoiement prise mer. L'intégralité du linéaire de 200ml sera traitée, du haut du perré jusqu'à l'interface avec la dalle de la risberme ;
- La réparation du parapet présentant un rejet sur 16 ml (cf §1.5.1.3). Les travaux consisteront :
  - o A déposer le couronnement en pierres de taille,
  - o A démonter le parapet,
  - o A remonter des blocs à maçonner,
  - o A reposer le couronnement en pierres de taille et remplacer les pierres de tailles rompues,
- La reconstitution de la forme « chasse-mer » entre le parapet et le haut du perré par l'application d'un mortier de protection spécial anti-abrasion type SIKA ABRAROC ou similaire. Cette couche d'enduit aura une forme arrondie à l'interface parapet/perré et devra se raccorder aux joints situés en haut du perré sans créer d'arête longitudinale.

## **2.5. ESCALIER D'ACCES**

Il s'agit ici de l'escalier d'accès entre le remblai de la promenade Georges Clémenceau et la risberme.

L'opération prévoit de reprendre les joints du perré de l'escalier en les nettoyant, les dégarnissant puis en les rejointoyant.

Les marches actuelles seront conservées et les joints seront repris également en les nettoyant, en les dégarnissant puis en les rejointoyant.

Concernant le garde-corps, le projet ne prévoit pas son remplacement. Il sera décapé puis repeint avec une peinture de protection contre la corrosion.

L'escalier d'accès central sera fermé pendant toute la durée des travaux.

# **3. JUSTIFICATION DES OUVRAGES**

## **3.1. MATERIAUX**

### **3.1.1. BETON**

- Poids-propre : 25 kN/m<sup>3</sup>, d'après l'EC1 1-1 Annexe A ;
- Béton C35/45 :  $f_{ck} = 35$  MPa ;

### 3.1.2. ARMATURES

- Armatures HA B500B :  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  ;

#### 3.1.2.1. ENROBAGE DES ARMATURES BETON ARME

Classe structurale de départ de l'ouvrage : Classe S4. On ne retient aucune minoration ni majoration de classe structurale, suivant tableau 4.3 NF de la norme NF EN 1992-1-1/NA.

Durée de vie de l'ouvrage : 50 ans, béton C35/45.

$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

Définition des enrobages pour les armatures de béton armé suivant tableau 4.4N de la norme NF EN 1992-1-1 :

- Classe d'exposition : XS3 :  $c_{min,dur} = 45 \text{ mm}$  soit un enrobage de calcul  $c_{nom} = 55 \text{ mm}$ .

Prise en compte de l'abrasion hydraulique :

Les normes Eurocode ne définissent pas de classe d'abrasion pour des agressions hydrauliques. Toutefois, l'épaisseur d'enrobage des surfaces exposées à la mer sera portée à 70mm.

#### 3.1.2.2. LIMITATION DES CONTRAINTES

##### 3.1.2.2.1. ARMATURES

En se plaçant par rapport à l'EC2 2 – Ponts en béton :

A l'ELS fréquent, pour un XS3, l'ouverture de fissure  $w_{max} = 0.2 \text{ mm}$ .

A l'ELS caractéristique, la contrainte dans les aciers passifs doit être inférieure à :

- $\sigma_s < 1000 w_{max}$ , soit  $\sigma_s < 200 \text{ MPa}$  pour les éléments fléchis ;
- $\sigma_s < 600 w_{max}$ , soit  $\sigma_s < 120 \text{ MPa}$  pour les éléments entièrement tendus.

Ces précautions nous dispensent de vérification à la fatigue. (EC 2/NA - Clause 6.8.1(102)).

##### 3.1.2.2.2. BETON

Selon l'EC2 2-1 7.2 :

- Combinaison ELS caractéristique :  $\sigma_b = k_1 \times f_{ck} = 0.60 \times f_{ck} = 21 \text{ MPa}$
- Combinaison ELS fréquent :  $\sigma_b = k_2 \times f_{ck} = 0.45 \times f_{ck} = 15,75 \text{ MPa}$

#### 3.1.2.3. %MINI SECTIONS RECTANGULAIRES

D'après l'EC2 1-1 9.2.1.1 :  $A_{smin} = 0.26 (f_{ctm} / f_{yk}) \times b_t \times d$

Avec :

- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  ;
- $f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$  ;
- $b_t$  : largeur de la section ;

- d : hauteur utile de la section.

#### 3.1.2.4. %MINI SECTIONS QUELCONQUES

La section minimale d'armature à mettre en œuvre est calculée selon l'EC2-2 7.3.2.

$$A_{s,min} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$$

Avec :

- $\sigma_s = f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  ;
- $A_{ct}$  : aire de la section droite de béton tendu ;
- $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$  ;
- $k_c$  : varie selon le type de sollicitation
- $k = 1.0$  selon le guide méthodologique de l'Eurocode 2 du SETRA.

## 3.2. ACTIONS

### 3.2.1. CHARGES PERMANENTES G

On retiendra les hypothèses de charges permanentes suivantes d'après l'EC1 1-1 Annexe A :

- Béton armé : 25 kN/m<sup>3</sup>
- Acier : 78.5 kN/m<sup>3</sup>

### 3.2.2. CHARGES D'EXPLOITATION REGLEMENTAIRES DUES AU TRAFIC

Les charges d'exploitation dues au trafic routier sont transmises au perré. Ce dernier n'est pas étudié dans le cadre de cette note.

Seules les charges d'exploitation appliquées sur la risberme sont ici prises en compte.

Il sera réalisé une vérification suivant les normes en vigueur, conformément à l'EC1 2 « Actions sur les ponts, dues au trafic ».

#### 3.2.2.1. CHARGES VERTICALES

##### 3.2.2.1.1. CHARGEMENT DE FOULE $Q_{FOULE}$

Ce système correspond à la présence de foule sur l'ouvrage. La valeur caractéristique de ce chargement est  $q_{foule}$ , telle que :

$$q_{foule} = 5 \text{ kN/m}^2$$

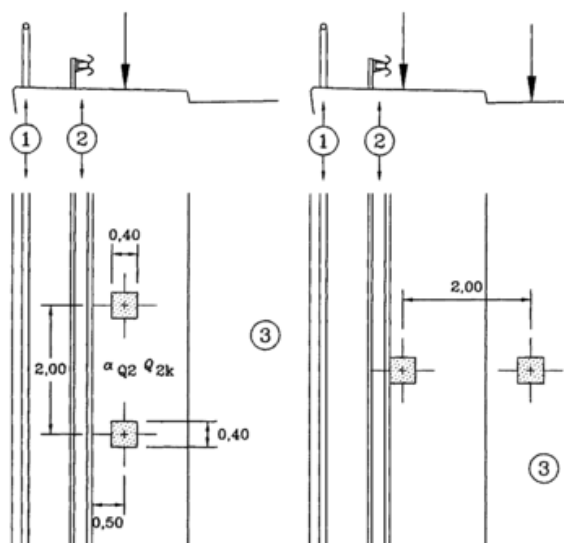
Ce modèle de charge n'est associé qu'à une situation de projet transitoire.

### 3.2.2.1.2. CHARGES FREQUENTES SUR DALLE $Q_{DALLE}$

Il convient de considérer les 3 charges suivantes :

- une charge uniformément répartie :  $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$  ;
- une charge concentrée  $Q_{fkw} = 10 \text{ kN}$  sur un carré de 10 cm de côté ;
- des charges représentant des véhicules de service :

Il convient de considérer une charge d'essieu accidentelle ponctuelle sur la dalle de la risberme. Sa valeur est prise égale à  $\alpha_{q2} \times Q_{2k}$ , telle que définie dans l'EC1 2 4.7.3.1(2).



#### Légende

- (1) Garde-corps (ou barrière pour ouvrage d'art en l'absence de barrière de sécurité)
- (2) Barrière de sécurité
- (3) Chaussée

Or,  $\alpha_{q2} \times Q_{2k} = 0.8 \times 200 = 160 \text{ kN}$ , soit une charge accidentelle de 80 kN par roue, à 50 cm du perré sur une surface de 0.40 m x 0.40 m.

On retiendra donc une action accidentelle sur la dalle  $A_d$ , telle que :

$A_d = 160 \text{ kN}$  sur deux appuis.

### 3.2.2.2. CHARGES HORIZONTALES

Selon l'EC1 2 5.4, le seul cas des passerelles suscite la prise en compte d'une force horizontale.

### 3.2.2.3. CHARGES SISMQUES

Selon le décret N°2010-1255 du 22 octobre 2010, le terrain concerné par le projet est situé en zone 3 (modérée) du découpage administratif de la France métropolitaine.

Cependant, les ouvrages projetés correspondent à des ouvrages de la classe d'importance I (ouvrage excluant tout activité humaine prolongée). Ainsi, ils ne doivent pas nécessairement répondre aux règles de construction parasismique.



#### 3.2.2.4. CHARGES CLIMATIQUES

Au vue de la structure ainsi que des faibles surfaces au vent, les effets des charges climatiques sur l'ouvrage peuvent être négligés.

### 3.2.3. COMBINAISONS DES ACTIONS

#### 3.2.3.1. VERIFICATIONS DES ELEMENTS EN BETON ARME

Etude de la dalle, selon l'Eurocode 0 :

- Combinaison ELS caractéristique :  $1.00\ g + 1.00\ q_{dalle}$
- Combinaison ELS fréquent :  $1.00\ g + 0.75\ q_{dalle}$
- Combinaison ELU fondamental :  $1.35\ g + 1.35\ q_{dalle}$
- Combinaison ELU accidentelle :  $1.00\ g + 1.00\ A_d$

Etude de la dalle lors de manifestations piétonnes, selon l'Eurocode 0 :

- Combinaison ELS caractéristique :  $1.00\ g + 1.00\ (q_{foule} + q_{dalle})$
- Combinaison ELS fréquent :  $1.00\ g + 0.75\ (q_{foule} + q_{dalle})$
- Combinaison ELU fondamental :  $1.35\ g + 1.35\ (q_{foule} + q_{dalle})$

Les valeurs des coefficients sont définies selon l'EC0 Annexe A1 Tableaux A2.4 (B).

### 3.3. VERIFICATION ANALYTIQUE DES ELEMENTS DE CONSTRUCTION

L'objectif de ce paragraphe est d'évaluer les ordres de grandeur des armatures à mettre en œuvre dans :

- la dalle ép.0,30m ;
- une bande noyée 0,50 x 0,30 ;
- la longrine 0,50 x 0,50 ;

#### 3.3.1. DALLE DE RISBERME

La dalle de risberme à vérifier se situe à l'extrémité nord-ouest de l'ouvrage. C'est ici que la dalle a la plus grande portée entre appuis.

La dalle est considérée en flexion sur 2 appuis et appui surfacique sur remblai. Les appuis sont :

- côté perré : une bande noyée hauteur 30 cm, largeur  $t = 50\text{ cm}$
- côté mer : une bande noyée hauteur 30 cm, largeur  $t = 50\text{ cm}$

Le pré-dimensionnement donne une épaisseur de dalle  $h = 0,30\text{ m}$ .

Portée de calcul :  $l_{eff} = l_n + a_1 + a_2$

Avec :

- $l_n$  : portée entre nus :  $l_n = 6\text{m}$
- $a_1 = \min(h/2 ; t/2) = \min(0.15 ; 0.25) = 0.15\text{m}$
- $a_2 = \min(h/2 ; t/2) = \min(0.15 ; 0.25) = 0.15\text{m}$

d'où :  $l_{eff} = 6 + 0.15 + 0.15 = 6,30\text{m}$

L'étude est considérée par mètre de risberme.

On considère le sol sous la dalle comme un remblai dont le module pressiométrique est de 4 MPa.

On déduit de ce paramètre le module de réaction du sol différé dans le temps,  $k_{vd} = 14,22 \text{ MN/m}^3$ .

Or, en situation accidentelle  $k_{vi} = 2 \times k_{vd} = 28,44 \text{ MN/m}^3$ .

Le module de réaction du sol ramené à la largeur de la dalle est donc :

$$K_{vi} = k_{vi} \times B$$

$$K_{vi} = 28,44 \times 1,00 = 28,44 \text{ MN/m}^2 = 28440 \text{ kN/m}^2$$

#### 3.3.1.1. CHARGES APPLIQUEES

Les charges appliquées sur la dalle sont :

- Charges permanentes g :

$$\text{Poids propre dalle} = 0.30 \times 25 \times 1 \times 1 = 7,5 \text{ kN/ml}$$

- Charge accidentelle  $A_d$  :

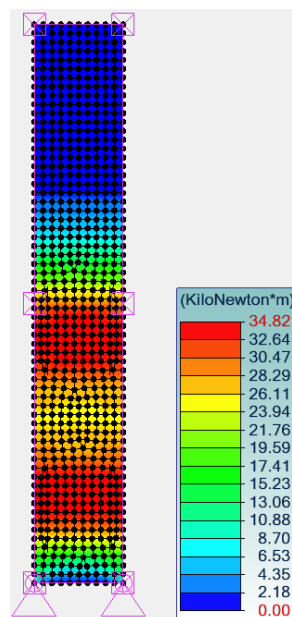
La charge  $A_d = 160 \text{ kN}$  s'applique sur 2 appuis. Soit, pour un appui, une charge de 80 kN appliquée sur une surface au sol de 0.40 m x 0.40 m. En considérant un angle de diffusion des charges à 45° dans la dalle et une demie hauteur de dalle de 0.15 m, on obtient une charge surfacique de 163 kN/m² sur 0.70 m x 0.70 m.

#### 3.3.1.2. ESTIMATIONS DES ARMATURES

Une simulation sur le logiciel de calculs aux éléments finis Advance Graitec donne les valeurs d'efforts internes tels qu'illustrés ci-après.

On trouve que le cas le plus sévère a lieu lorsqu'il y a présence d'un essieu, tel que le prévoit le cas de charge :

Combinaison ELU accidentelle :  $1.00 \text{ g} + 1.00 A_d$



Le moment agissant ultime dimensionnant est donc  $M_{uacc} = 34,82 \text{ kN.m}$

<b>BETON</b>	<b>35</b>	MPa	<b>"Enrobage"</b>	<b>0,070</b>	m
$f_{ct,eff}$	<b>3,2</b>	MPa	(ou plutôt décalage jusque axe armature)		
<b>ACIERS</b>	<b>500</b>	MPa			
$\gamma_b =$	<b>1,5</b>		$\theta =$	<b>1</b>	$f_{ed} = 434,78$
$\gamma_s =$	<b>1,15</b>				$f_{bu} = 23,33$

**Flexion simple ELU:**

Poutre	Dalle
$M_u \text{ (kNm)}$	<b>35,00</b>
$b \text{ (m)}$	<b>1</b>
$h \text{ (m)}$	<b>0,3</b>
$k_c$	<b>0,4</b>
$\mu_{bu}$	0,0284
$\alpha$	0,0360
$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	<b>3,6</b>
$k$	1,0
$A_{min} \text{ (cm}^2\text{)}$	<b>3,84</b>

La section d'armatures transversales à appliquer est  $A_{min}$  de  $3,84 \text{ cm}^2/\text{ml}$  de dalle, soit un treillis soudé ST40C ( $3,85 \text{ cm}^2/\text{ml} \times 3,85 \text{ cm}^2/\text{ml}$ ).

### 3.3.2. BANDE NOYEE

On considère le sol sous la bande noyée comme un remblai dont le module pressiométrique est de 4 MPa.

On déduit de ce paramètre le module de réaction du sol différé dans le temps,  $k_{vd} = 17,78 \text{ MN/m}^3$ .

Or, en situation accidentelle  $k_{vi} = 2 \times k_{vd} = 35,56 \text{ MN/m}^3$ .

Le module de réaction du sol ramené à la largeur de la dalle est donc :

$$K_{vi} = k_{vi} \times B$$

$$K_{vi} = 35,56 \times 0,5 = 17,78 \text{ MN/m}^2 = 17780 \text{ kN/m}^2$$

### 3.3.2.1. CHARGES APPLIQUEES

Les charges appliquées sur la bande noyée sont :

- Charges permanentes g :
  - Poids propre bande noyée =  $0.30 \times 25 \times 0,5 \times 1 = 3,75 \text{ kN/ml}$
- Charge accidentelle  $A_d$  :

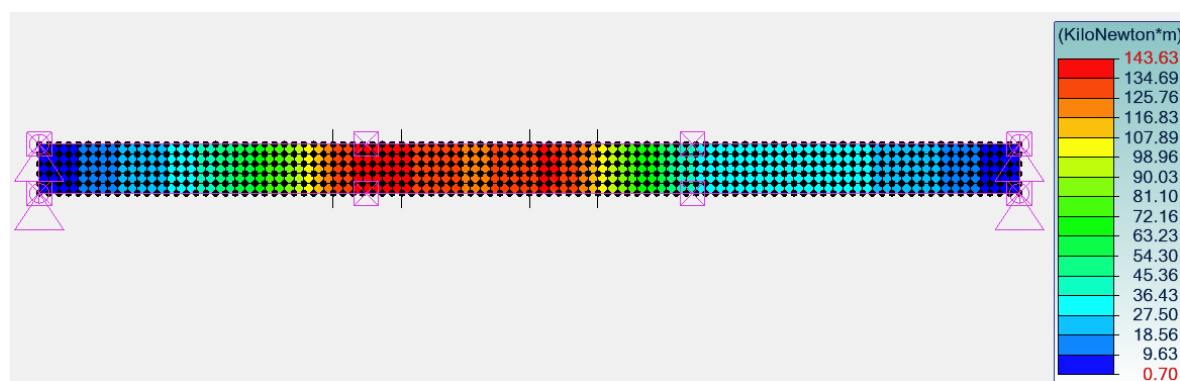
La charge  $A_d = 160 \text{ kN}$  s'applique sur 2 appuis. Soit, pour un appui, une charge de  $80 \text{ kN}$  appliquée sur une surface au sol de  $0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}$ . En considérant un angle de diffusion des charges à  $45^\circ$  dans la bande noyée et une demie hauteur de bande noyée de  $0.15 \text{ m}$ , on obtient une charge surfacique de  $229 \text{ kN/m}^2$  sur  $0.50 \text{ m} \times 0.70 \text{ m}$ .

### 3.3.2.2. ESTIMATIONS DES ARMATURES

Une simulation sur le logiciel de calculs aux éléments finis Advance Graitec donne les valeurs d'efforts internes tels qu'illustrés ci-après.

On trouve que le cas le plus sévère a lieu lorsqu'il y a présence d'un essieu, tel que le prévoit le cas de charge :

Combinaison ELU accidentelle :  $1.00 \text{ g} + 1.00 \text{ A}_d$



Le moment agissant ultime dimensionnant est donc  $M_{uacc} = 143,63 \text{ kN.m}$

<b>BETON</b>	<b>35</b>	MPa	<b>"Enrobage"</b>	<b>0,070</b>	m
fct,eff	<b>3,2</b>	MPa	(ou plutot décalage jusque axe armature)		
<b>ACIERS</b>	<b>500</b>	MPa			
$\gamma_b =$	<b>1,5</b>		$\theta =$	<b>1</b>	$f_{ed} =$ 434,78
$\gamma_s =$	<b>1,15</b>				$f_{bu} =$ 23,33

**Flexion simple ELU:**

Poutre	BN
Mu (kNm)	<b>144,00</b>
b (m)	<b>0,5</b>
h (m)	<b>0,3</b>
kc	<b>0,4</b>
$\mu_{bu}$	0,2333
$\alpha$	0,3371
As (cm <sup>2</sup> )	<b>16,6</b>
k	1,0
Amin (cm <sup>2</sup> )	<b>1,92</b>

La section d'armatures transversales à appliquer est de 16,6 cm<sup>2</sup> de bande noyée.

### 3.3.3. LONGRINE

On considère le sol sous la longrine comme un rocher dont le module pressiométrique est de 123MPa (d'après §1.4.6).

On déduit de ce paramètre le module de réaction du sol différé dans le temps,  $k_{vd} = 472,12 \text{ MN/m}^3$ .

Or, en situation accidentelle  $k_{vi} = 2 \times k_{vd} = 944,24 \text{ MN/m}^3$ .

Le module de réaction du sol ramené à la largeur de la dalle est donc :

$$K_{vi} = k_{vi} \times B$$

$$K_{vi} = 944,24 \times 0,5 = 472,12 \text{ MN/m}^2 = 472120 \text{ kN/m}^2$$

#### 3.3.3.1. CHARGES APPLIQUEES

Les charges appliquées sur la longrine sont :

- Charges permanentes g :
  - Poids propre longrine =  $0.50 \times 25 \times 0,5 \times 1 =$  6,25 kN/ml
  - Poids propre pied risberme =  $0.30 \times 1,20/\sin 45 \text{ (hauteur maxi)} \times 25 \times 1$   
= 12,73 kN/ml
- Charge accidentelle Ad :

La charge  $A_d = 160 \text{ kN}$  s'applique sur 2 appuis. Soit, pour un appui, une charge de 80 kN appliquée sur une surface au sol de 0.40 m x 0.40 m. En considérant un angle de diffusion des charges à 45° dans la longrine et une demie hauteur de longrine de 0,25 m, on obtient une charge surfacique de 178 kN/m<sup>2</sup> sur 0.90 m x 0.50 m.

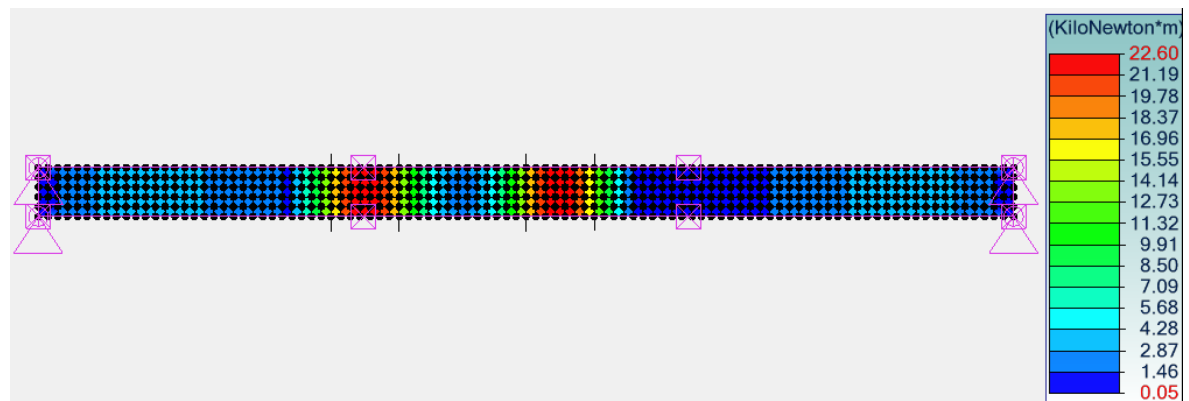


### 3.3.3.2. ESTIMATIONS DES ARMATURES

Une simulation sur le logiciel de calculs aux éléments finis Advance Graitec donne les valeurs d'efforts internes tels qu'illustrés ci-après.

On trouve que le cas le plus sévère a lieu lorsqu'il y a présence d'un essieu, tel que le prévoit le cas de charge :

Combinaison ELU accidentelle :  $1.00 \text{ g} + 1.00 \text{ A}_d$



Le moment agissant ultime dimensionnant est donc  $M_{uacc} = 22,60 \text{ kN.m}$

<b>BETON</b>	<b>35</b>	MPa	<b>"Enrobage"</b>	<b>0,055</b>	m
fct,eff	<b>3,2</b>	MPa	(ou plutot décalage jusque axe armature)		
<b>ACIERS</b>	<b>500</b>	MPa			
$\gamma_b =$	<b>1,5</b>		$\theta =$	<b>1</b>	$f_{ed} = 434,78$
$\gamma_s =$	<b>1,15</b>				$f_{bu} = 23,33$

#### **Flexion simple ELU:**

Poutre	Longrine
Mu (kNm)	<b>22,60</b>
b (m)	<b>0,5</b>
h (m)	<b>0,5</b>
kc	<b>0,4</b>
$\mu_{bu}$	0,0098
$\alpha$	0,0123
As (cm <sup>2</sup> )	<b>1,2</b>
k	0,7
Amin (cm <sup>2</sup> )	<b>3,70</b>

La section d'armatures transversales à appliquer est Asmin de 3,70 cm<sup>2</sup> de longrine.

## **4. ORGANISATION DES TRAVAUX**

### **4.1. CONTRAINTES PARTICULIERES**

La Promenade Georges Clémenceau est un axe très touristique, à fortiori commerçant, de la ville.

Il n'y a pas de possibilité de faire des travaux pendant la période du 15 juin au 31 août.

D'autre part, les activités touristiques demandent de modérer les nuisances sonores.

L'escalier d'accès central sera fermé pendant toute la durée des travaux. La cale restera ouverte jusqu'à ce que le tronçon de risberme en pied de celle-ci sera traité.

La plage présente une très faible pente et est donc peu dissipative de la houle venant du large. C'est pourquoi la risberme est souvent immergée même pour des petits coefficients de marée [Réf.6].

### **4.2. GENERALITES - PHASAGE DES TRAVAUX**

A ce stade, nous préconisons que l'entreprise titulaire des travaux procède par tronçons successifs d'environ 20 mètres linéaire. Elle pourra ainsi protéger de manière localisée au moyen de big bags si elle le juge nécessaire le chantier contre les effets de houle et la venue du sable.

De plus, l'entreprise sera autorisée à travailler simultanément sur des tronçons distants d'au moins 20m si elle le désire.

En aucun cas, les travaux ne viendront déstabiliser la canalisation T130. Le phasage de l'entreprise devra être minutieux. Car la canalisation T130 restera partiellement découverte pendant les phases de démolition-évacuation du dallage existant, de curage des matériaux sous-jacents, de construction de la longrine de pied et de mise en place du complexe géotextile + grave 20/40 + béton de propreté.

#### **4.2.1. INSTALLATION DE CHANTIER**

##### **4.2.1.1. COTE PLAGE**

Le chantier sera soumis aux effets de marée. L'entreprise devra organiser ses travaux en tenant compte des coefficients de marée.

D'après la configuration du site, le substratum affleurant ne permet pas de construire un merlon de protection car il n'y a pas assez de sable disponible in-situ. D'autre part, l'apport de matériau extérieur ou le prélèvement de sable à un autre endroit de la plage n'est pas envisageable d'un point de vue environnemental.

Le chantier se fera donc à la marée en prenant soin :

- De protéger (big bags) le chantier,
- De rincer à l'eau douce les armatures avant bétonnage,
- Retirer les algues,
- De faire attention de prévoir une durée suffisante pour que le béton fasse prise avant que la marée ne submerge le chantier.

#### 4.2.1.2. SUR LA PROMENADE GEORGES CLEMENCEAU

Au droit du chantier, le trottoir et une largeur équivalente à un véhicule sur la chaussée pourront servir de zone d'installation de chantier pour le stockage du matériel, des matériaux et pour les approvisionnements. La circulation piétonne sera déviée sur le trottoir d'en face (côté ville). La zone chantier sera clôturée par des barrières type HERAS. Un panneau de chantier sera installé en évidence au niveau de l'accès à la zone de chantier. Cette « zone chantier » sera déplacée le long du linéaire au fur et à mesure de l'avancement.

D'après les informations données par la ville des Sables d'Olonne, la base vie de chantier (réfectoire, vestiaires, sanitaires) pourra être installée sur une partie du parking de la Place de Strasbourg.



**Fig. 8. Schéma de principe d'installation de chantier**

#### 4.2.2. DEMOLITION – TERRASSEMENT – EVACUATION

Pour un tronçon type de 20ml, cette étape consistera à :

1. Protéger la zone avec des bigs bags si l'entreprise le juge nécessaire ;
2. Terrasser et stocker in-situ le sable compris dans la zone entre les bigs bags et l'ouvrage. Le remettre à la fin du traitement du tronçon ;
3. Scier la dalle et le pied de risberme existants. L'entreprise veillera à récupérer les eaux remplies de laitance et de poussières de sciage par aspiration avant que la marée ne submerge l'ouvrage ;
4. Réaliser le terrassement en fouille pour la future longrine ;
5. Purger les matériaux sous-jacents de la dalle actuelle nécessaires pour la mise en place du complexe géotextile ;
6. Si besoin, prendre les dispositions nécessaires pour maintenir la canalisation ovoïde T130, notamment si la marée est amenée à submerger l'ouvrage pendant que la canalisation est découverte ;
7. Charger les gravats avant que la marée ne submerge l'ouvrage et les évacuer dans une décharge agréée ;

8. Déposer soigneusement le rang de moellons à l'interface entre le perré et la risberme par linéaire de 2ml maximum pour ne pas déstabiliser le perré. Cette phase est directement liée avec la réalisation de la bande noyée à l'interface entre le perré et la risberme.

#### **4.2.3. LONGRINE – BANDE NOYEE PERRE/RISBERME – COMPLEXE GEOTEXTILE**

9. Réaliser les ancrages des barres HA25 dans le fond de fouille de la longrine puis couler au moins 10 cm de béton de propreté ;
10. Réaliser les ancrages des barres HA25 dans la banquette du pied de perré puis couler au moins 10 cm de béton de propreté ;
11. Déployer le géotextile entre la banquette du pied du perré et la fouille de la longrine ;
12. Poser les barbacanes crépinées Ø80mm espacées tous les 5 ml avec une pente d'au moins 1% ;
13. Poser les événements crépinés verticaux Ø80mm espacés tous les 5 ml ;
14. Par-dessus le géotextile, remblayer et compacter avec de la grave 20/40 (ou grave bitumineuse au niveau du pied à 45°) ;
15. Couler du béton de propreté sur au moins 10 cm d'épaisseur par-dessus la grave 20/40 ;
16. Disposer les armatures de la longrine ainsi que les attentes du pied incliné à 45° ;
17. Disposer les armatures de la bande noyée perré/dalle ainsi que les aciers en attente du corps de dalle. Veiller à respecter un enrobage de 70mm sur le dessus ;
18. Procéder au bétonnage de la longrine ;
19. Procéder au bétonnage de la bande noyée en disposant un dispositif d'arrêt de coulage (type Nergaltec ou similaire) qui facilitera la reprise de bétonnage du corps de dalle ;

Les étapes 17 et 19 doivent se faire conjointement à la dépose du rang de moellons tel que décrite à l'étape 8.

Avant tout coulage de béton, l'entreprise procèdera au nettoyage à l'eau douce des armatures ayant été submergées par la marée. De plus, le travail à la marée impose de mettre en œuvre un béton prise mer et ne risquant pas d'être délavé.

#### **4.2.4. PIED RISBERME – BANDE NOYEE DALLE/PIED RISBERME**

20. Disposer les armatures du pied de risberme et de la bande noyée dalle/pied ainsi que les aciers en attente du corps de dalle. Veiller à respecter un enrobage de 70mm sur le dessus (faces côté mer) ;
21. Disposer les armatures de la dalle ;
22. Coffrer le pied de risberme de sorte que la qualité de finition soit classée en « parements fins » d'après la norme NF P-18-503 ;
23. Procéder au bétonnage du pied, de la bande noyée et de la dalle. Veiller à ce que la finition du dessus de la dalle et de la bande noyée pied/dalle soit balayée ;
24. Poser les grilles métalliques d'obturation des événements.

Avant tout coulage de béton, l'entreprise procèdera au nettoyage à l'eau douce des armatures ayant été submergées par la marée et retirera les algues. De plus, le travail à la marée impose de mettre en œuvre un béton prise mer et ne risquant pas d'être délavé.

#### **4.2.5. JOINTS SCIÉS – JOINTS DE DILATATION**

- 25. Réaliser des joints sciés longitudinaux :
  - 24.1. A l'interface entre la bande noyée perré/dalle et la dalle,
  - 24.2. A l'interface entre la dalle et la bande noyée dalle/pied,
- 25. Réaliser des joints sciés transversaux tous les 6 ml maximum ;
- 26. Veiller à interrompre l'ouvrage tous les 48 ml maximum en créant des joints de dilatation (indiqués sur le plan).

#### **4.2.6. NETTOYAGE – DEGARNISSAGE – REJOINTOIEMENT PERRE**

- 27. Réaliser un essai de convenance pour calibrer la pression de nettoyage de la lance d'eau haute pression.
- 28. Procéder au nettoyage au jet d'eau haute pression du perré ;
- 29. Purger les joints décollés et évacuer les gravats en décharge agréée ;
- 30. Dégarnir suffisamment les joints sans dépasser les 2,5 fois l'épaisseur du joint ;
- 31. Prévoir une zone d'essai de convenance d'environ 3m<sup>2</sup> pour le rejointoiement ;
- 32. Procéder au rejointoiement à l'aide d'un mortier spécial prise mer ;

Le rejointoiement sera réalisé le plus vite possible après le dégarnissage. Pour cela il sera fortement préconisé de prévoir des surfaces de travaux permettant le dégarnissage et le rejointoiement dans la même journée.

### **4.3. CALENDRIER**

Le temps imparti pour les travaux est relativement restreint pour respecter une fin des travaux avant la saison estivale. L'entreprise sera autorisée à réaliser des travaux non bruyants de nuit si nécessaire.

A ce stade le calendrier prévisionnel est donné en Annexe 1.

5. ESTIMATION DES TRAVAUX

DEPARTEMENT DE VENDEE  
LES SABLES D'OLONNE AGGLOMERATION  
REHABILITATION DE LA RISBERME EN PIED DU REMBLAI DES SABLES D'OLONNE

DESCRIPTIF QUANTITATIF ESTIMATIF  
PHASE PROJET

				Estimation Maîtrise d'œuvre	
Numéro de Prix	Descriptif	Unités	Quantités prévues	Prix Unitaire H.T	Montant H.T
100	PRIX GENERAUX				
101	INSTALLATION DE CHANTIER	Forf.	1,00	50 000,00 €	50 000,00 €
102	IMPLANTATION, PIQUETAGE, RELEVÉ ET SUIVI DE L'OUVRAGE	Forf.	1,00	6 000,00 €	6 000,00 €
103	ÉTAT DES LIEUX CONTRADICTOIRE	Forf.	1,00	500,00 €	500,00 €
104	ÉTUDES D'EXECUTION	Forf.	1,00	4 500,00 €	4 500,00 €
105	PAQ, PAE, SOSED ET PROCEDURES	Forf.	1,00	850,00 €	850,00 €
106	DOSSIER DE RECOLEMENT	Forf.	1,00	400,00 €	400,00 €
PRIX GENERAUX : SOUS-TOTAL					62 250,00 €
200	TRAVAUX PREPARATOIRES				
201	TERRASSEMENTS NECESSAIRES A L'EXECUTION DE LA LONGRINE	ml	200,00	20,00 €	4 000,00 €
202	DEMOLITION DES OUVRAGES EXISTANTS	m2	1020,00	40,00 €	40 800,00 €
203	DEBLAIEMENT DES MATERIAUX SOUS LA DALLE DE RISBERME ACTUELLE	m2	750,00	23,00 €	17 250,00 €
204	TERRASSEMENT EN FOUILLE DANS SUBSTRATUM ROCHEUX	ml	200,00	38,00 €	7 600,00 €
TRAVAUX PREPARATOIRES SOUS-TOTAL					69 650,00 €
300	RECONSTRUCTION RISBERME				
301	FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE DES ANCRAGES HA25 SCELLES DANS LE SUBSTRATUM ROCHEUX	U	200,00	45,00 €	9 000,00 €
302	FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE DES ANCRAGES HA25 SCELLES DANS LE PIED DE PERRE	U	510,00	55,00 €	28 050,00 €
303	GEOTEXTILE	m2	1010,00	5,00 €	5 050,00 €
304	MISE EN PLACE DE BARBACANES CREPINEES	U	40,00	50,00 €	2 000,00 €
305	MISE EN PLACE EVENTS CREPINES	U	40,00	40,00 €	1 600,00 €
306	FOURNITURE ET POSE DES GRILLES FONTE 120MMx120MM D'OBTURATION DES EVENTS	U	40,00	30,00 €	1 200,00 €
307	MATERIAU DE REMBLAIEMENT	m3	520,00	43,00 €	22 360,00 €
308	REALISATION DE LA LONGRINE BETON ARME	ml	200,00	138,00 €	27 600,00 €
309	REALISATION DE LA BANDE NOYEE BETON ARME COTE PERRE	ml	200,00	127,00 €	25 400,00 €
310	REALISATION DU PIED DE RISBERME BETON ARME ET DE LA BANDE NOYEE COTE PIED	ml	200,00	365,00 €	73 000,00 €
311	REALISATION DE LA DALLE BETON ARME EP 30CM	m2	750,00	175,00 €	131 250,00 €
312	REMPLACEMENT DU TAMPON CANALISATION T130	U	1,00	950,00 €	950,00 €
RECONSTRUCTION RISBERME SOUS-TOTAL					327 460,00 €
400	TRAVAUX SUR LE PERRE				
401	NETTOYAGE DES MACONNERIES	m2	675,00	7,00 €	4 725,00 €
402	REJOINTOIEMENT DES MACONNERIES	m2	675,00	120,00 €	81 000,00 €
403	REPARATION DU PARAPET	ml	16,00	500,00 €	8 000,00 €
404	RECONSTITUTION DE LA FORME CHASSE-MER	m2	365,00	100,00 €	36 500,00 €
405	REMISE EN PEINTURE DU GARDE-CORPS	Forf	1,00	1 000,00 €	1 000,00 €
TRAVAUX SUR LE PERRE SOUS-TOTAL					131 225,00 €
TOTAL HT					590 585,00 €
TVA 20%					118 117,00 €
TOTAL TTC					708 702,00 €



## **ANNEXE 1**

# **CALENDRIER PREVISIONNEL**

## **ANNEXE 2**

# **PLANCHE GRAPHIQUE ET CARNET DE PHASAGE**