



# Réhabilitation du parapet du remblai des Sables d'Olonne sur les promenades Clémenceau pour partie et Godet

Maîtrise d'œuvre

## RAPPORT D'AVANT PROJET DEFINITIF

Les Sables d'Olonne Agglomération



## Réhabilitation du parapet du remblai des promenades Clémenceau pour partie et Godet

Maîtrise d'oeuvre

Les Sables d'Olonne Agglomération

Rapport d'avant-projet définitif

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
A	Première diffusion	GMN	PGN	09/10/2023

Artelia – Département Infrastructures – Ouvrages d’Art – Ouvrages Portuaires  
PA du Gohélève – Rue Henri Moissan – Noyal Pontivy – CS 20093 – 56303 PONTIVY CEDEX – TEL : 02 97 25 38 50

# SOMMAIRE

<b>1. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>6</b>
<b>2. VISITES DU SITE .....</b>	<b>6</b>
<b>3. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCES.....</b>	<b>7</b>
<b>4. DONNÉES DU SITE .....</b>	<b>7</b>
4.1. Localisation géographique.....	7
4.2. Nivellement et planimétrie.....	8
4.3. Données topographique.....	8
4.4. Niveaux de marée .....	9
4.4.1. Marée .....	9
4.4.2. Niveau d'eau extrême .....	9
4.5. Houle .....	9
4.6. Risque sismique.....	10
4.7. Données géotechniques .....	10
4.7.1. Niveau des différentes stratigraphies rencontrées .....	10
4.7.2. Caractéristiques mécaniques .....	11
4.7.3. Données hydrogéologiques .....	11
4.7.4. Comparaison avec les données géotechniques de FONDASOL 2022.....	11
4.8. Démarches réglementaires.....	12
4.9. Circulation.....	12
4.10. Réseaux.....	13
4.10.1. Eaux pluviales .....	13
4.10.2. Réseau de gaz.....	14
4.10.3. Réseau électrique BT.....	14
4.10.4. Infrastructures de communications électroniques.....	16
4.10.5. Réseau d'eau usée.....	17
4.10.6. Réseau d'eau potable AEP .....	17
4.10.7. Nota.....	17
4.11. Contraintes de site .....	18
4.12. Contraintes particulières .....	18

<b>5.</b>	<b>ETAT DES LIEUX - OUVRAGES EXISTANTS .....</b>	<b>19</b>
5.1.	Ouvrages du secteur c et du secteur D.....	19
5.1.1.	Composition et dimensions des ouvrages .....	19
5.1.1.1.	Composition des ouvrages du secteur C.....	19
5.1.1.2.	Composition des ouvrages du secteur D.....	19
5.1.1.3.	Dimensions relevées lors de la VSC de SOCOTEC en octobre 2022 – Secteur C .....	19
5.1.1.4.	Dimensions du parapet relevées lors des visites d'ARTELIA en mars et octobre 2023 .....	20
5.1.2.	Etat de conservations .....	20
5.1.2.1.	Visite simplifiées comparées – SOCOTEC – 2022.....	20
5.1.2.2.	Visite ARTELIA en mars et octobre 2023.....	23
5.2.	Points singuliers .....	26
5.2.1.	Belvédère n°1.....	26
5.2.2.	Belvédère n°2.....	27
5.2.3.	Belvédère n°3.....	28
5.2.4.	Belvédère du phare rouge .....	31
<b>6.</b>	<b>ACTIONS SUR LES OUVRAGES .....</b>	<b>32</b>
6.1.	Charges permanentes.....	32
6.2.	Charges d'exploitation.....	32
6.2.1.	Charge piétonne.....	32
6.2.2.	Charge de service .....	32
6.3.	Pression des terres .....	33
6.4.	Effort de houle .....	33
6.4.1.	Effort vertical .....	34
6.4.2.	Effort de soulèvement – Parapet en forme de chasse-mer .....	35
<b>7.</b>	<b>SOLUTIONS RETENUES – PARTIES COURANTES .....</b>	<b>36</b>
7.1.	GENERALITES.....	36
7.2.	definition des zones .....	36
7.3.	Dispositif parapet - chasse-mer .....	37
<b>8.</b>	<b>SOLUTIONS ENVISAGÉES - POINTS SINGULIERS .....</b>	<b>38</b>
8.1.	Belvédère du phare rouge .....	38
8.2.	Belvédère central .....	38
8.3.	Autres Belvédère .....	39

8.4. Equipements .....	40
8.4.1. Escalier belvédère du phare rouge.....	40
8.4.2. Escalier du deuxième belvédère .....	40
<b>9. ORGANISATION DES TRAVAUX .....</b>	<b>40</b>
9.1. Contraintes particulières .....	40
9.2. Phasage général des travaux .....	41
9.3. Installation de chantier .....	41
<b>10. ESTIMATION DES SOLUTIONS .....</b>	<b>42</b>
10.1. Parapet forme chasse-mer .....	42
<b>11. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES POSTES PRINCIPAUX .....</b>	<b>43</b>
<b>12. CALENDRIER PRÉVISIONNEL .....</b>	<b>44</b>
<b>13. ACTIONS POUR LA SUITE DES ETUDES.....</b>	<b>45</b>

## TABLEAUX

Tableau 1. Evolution du toit des différents horizons rencontrés sur l'ensemble des sondages, Source : [Réf. 4] .....	10
Tableau 2. Caractéristiques géomécaniques retenues par Kornog, Source : [Réf. 4] .....	11
Tableau 3. Caractéristiques géomécaniques retenues par Fondasol – Source : G2 AVP – Etude antérieure MOE réhabilitation du parapet le long de la promenade George Clémenceau .....	11
Tableau 4. Valeurs de la hauteur en fonction de l'épaisseur du garde-corps – Source : NF P 01-012 .....	19

## FIGURES

Figure 1. Localisation des secteurs C et D .....	7
Figure 2. Localisation des accès à la plage depuis les promenades Clémenceau et Godet.....	8
Figure 3. Caractéristiques des houles et secteurs directionnels – Source : Etude hydrodynamique DHI [Réf. 3].....	9
Figure 4. Visualisation de la limite de la zone Natura 2000, Source : Géoportail.....	12
Figure 5. Plan général – réseau eau pluvial.....	13
Figure 6. Plan de détail au droit de la cale – réseau eau pluvial .....	13
Figure 7. Plan de détail au droit du phare rouge– réseau eau pluvial .....	14
Figure 8. Réseau BT au droit du Phare Rouge, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5].....	15
Figure 9. Réseau BT au droit du belvédère proche du rond points, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5] .....	15
Figure 10. Réseau BT au droit de la rue Achille Duclos, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5] .....	16
Figure 11. Visualisation de l'implantation des réseaux télécom sur la zone projet, Source : ORANGE [Réf. 5].....	16
Figure 12. Plan général du réseau d'eau usée au droit de la zone projet .....	17
Figure 13. Plan de détail sur la présence d'un poste de relevage sous le belvédère du phare rouge.....	17
Figure 14. Vue en coupe des ouvrages existant au droit du sondage SC17 (secteur C).....	20
Figure 15. Localisation des secteurs C et D lors de la VSC, Source : [Réf. 6].....	20
Figure 16. Visualisation des désordres observés sur le parement maçonné, Source : [Réf. 6].....	21
Figure 17. Visualisation des désordres observés sur le muret, Source : [Réf. 6] .....	21
Figure 18. Visualisation des désordres observés sur les belvédères, Source : [Réf. 6] .....	22
Figure 19. Visualisation des désordres observés sur les escaliers, Source : [Réf. 6] .....	22
Figure 20. Visualisation des désordres observés de la cale au sud, Source : [Réf. 6].....	22

Rapport d'avant projet Définitif

Figure 21. Plan de repérage des zones inspecté lors de la visite d’Artelia .....	23
Figure 22. Visualisations du belvédère n°1 .....	27
Figure 23. Coupes type du belvédère n°1.....	27
Figure 24. Visualisation du belvédère n°2.....	28
Figure 25. Visualisation du belvédère n°3.....	28
Figure 26 – Plan récupérer sur le site des archives des Sables d’Olonne .....	29
Figure 27 – Visualisation du plafond des sanitaires sous le belvédère central (visite sur site du 04/10/2023) .....	29
Figure 28 – Visualisation du feu maritime .....	30
Figure 29. Vue en coupe du Belvédère phare rouge (coupe F-F) .....	31
Figure 30. Vue en coupe du Belvédère phare rouge (coupe G-G) .....	31
Figure 31. Vue en plan du Belvédère phare rouge .....	32
Figure 32. Modèles géotechniques issus des essais en laboratoire pour les différents remblais rencontrés– Source : [Réf.4] .....	33
Figure 33. Champ de vague centennal de secteur OSO – Source : DHI [réf.7] .....	34
Figure 34. Vague déferlante sur un mur vertical .....	34
Figure 35. Visualisation du système de fondation pré dimensionné .....	37

## 1. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les Sables d'Olonne Agglomération a confié à ARTELIA une mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation du parapet du remblai des promenades Clémenceau en partie et Godet sur les linéaires suivants :

- Secteur C : 118ml allant du Phare Rouge à la 1<sup>ère</sup> rotonde exclue située au niveau du rond-point de la rue Villebois Mareuil,
- Secteur D : 262ml allant de la 1<sup>ère</sup> rotonde incluse située au niveau du rond-point de la rue Villebois Mareuil jusqu'à l'entrée de la cale à l'intersection de la Promenade Kennedy.

Les travaux de réhabilitation du parapet consisteront principalement à :

- Démolir le parapet existant et le haut du perré maîtrise d'œuvre portant sur les travaux de réhabilitation du parapet du remblai des Sables d'Olonne sur les promenades Clémenceau pour partie et Godet,
- Créer de nouvelle fondation pour le nouveau parapet,
- Réaliser un nouveau parapet en élément béton préfabriqué.

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

- **EP : Etudes préliminaire,**
- **AVP : 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 réalisée 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.

Le présent rapport s'inscrit à la suite de la validation de la solution retenue par la maîtrise d'ouvrage. Il intègre également des éléments manquant lors de l'étude préliminaire (visite belvédère central par exemple).

## 2. VISITES DU SITE

Une visite du site a été réalisée lors de la réunion de démarrage du 23/03/2023. Elle a permis d'inspecter visuellement l'ouvrage et de tenter de reconnaître les ouvrages de gestion d'eaux pluviales au niveau du Phare Rouge.

A la suite de cette première visite, les informations recueillies n'étaient pas suffisantes. De ce fait, nous nous sommes rendus le 15/06/2023 aux archives des Sables d'Olonne. Cette recherche documentaire n'a malheureusement pas permis d'identifier les données manquantes sur la géométrie des ouvrages existants.

Néanmoins, la maîtrise d'ouvrage a pu nous transmettre des plans de récolement des ouvrages se situant sous le belvédère du phare rouge.

Lors de notre troisième visite sur site le 04/10/2023 nous avons pu nous rendre dans le belvédère centrale (sanitaires) pour mieux apprécier les volumes et les dimensions de cet ouvrage.

Les données manquantes sur les ouvrages existants ont conduit à la rédaction d'un cahier des investigations complémentaire. Ces investigations complémentaires permettront de mieux apprécier les géométries et caractéristiques des sols qui constituent les ouvrages actuels.

### 3. DOCUMENTS DE REFERENCES

- [Réf.1] : Plan topographique – topo\_remb lai.dwg
- [Réf. 2] : Etude de l'impact de la houle sur le secteur de la base de mer des Sables d'Olonne – Etude hydrodynamique – 21804247 – 25/01/2022.
- [Réf. 3] : Etude de l'impact de la houle – FONDASOL/DHI du 12/07/2006
- [Réf. 4] : Etude géotechnique préalable – KORNOG - Mars 2023
- [Réf. 5] : EF-LSOA muretpromenadeGodet c BSM
- [Réf. 6] : Visite Simplifiées Comparées – SOCOTEC – Octobre 2022
- [Réf.7] : Etude hydrodynamique - N° de projet 21804247 - DHI – 25/01/2022
- [Réf.8] : LSOA Promenade Georges Godet EXE IND C / Projet EU EP Prom.GODET - MOA

### 4. DONNEES DU SITE

#### 4.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

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. Un parapet en béton constitue la tête du perré maçonné en pierre de taille.



Figure 1. Localisation des secteurs C et D

L'accès à la plage s'effectue :

- Par une cale située à l'extrémité sud-est de la promenade Godet à l'intersection de la Promenade Kennedy,
- Par un escalier situé au droit du phare rouge,
- Par deux escaliers situés au droit des deux premiers belvédères en venant du phare rouge.



Figure 2. Localisation des accès à la plage depuis les promenades Clémenceau et Godet

## 4.2. NIVELLEMENT ET PLANIMETRIE

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

$$Z_{CM} = Z_{ING69} + 2.830m.$$



## 4.3. DONNEES TOPOGRAPHIQUE

Nous disposons d'un plan topographique de la promenade Clémenceau (secteur C) y compris du phare rouge et également de la promenade Godet jusqu'à la cale (secteur D). Ce plan nous a été fourni par la maîtrise d'ouvrage et a été dressé par le cabinet Alain Garcia, Géomètre-expert DPLG [Réf. 1].

## 4.4. NIVEAUX DE MAREE

### 4.4.1. Marée

Pour les Sables d’Olonne, le SHOM donne les valeurs suivantes pour les marées (SHOM 2022) :

	APPELATION	Niveau (m CM)	Niveau (m NGF)
PHMA	Plus Haute Mer Astronomique	6.03	3.20
PMVE	Pleine Mer moyenne de Vives Eaux	5.35	2.52
PMME	Pleine Mer moyenne de Mortes Eaux	4.30	1.47
NM	Niveau Moyen	3.31	0.48
BMME	Basse Mer moyenne de Mortes Eaux	2.15	-0.68
BMVE	Basse Mer moyenne de Vives Eaux	0.85	-1.98
PBMA	Plus Basse Mer Astronomique	0.14	-2.69

### 4.4.2. Niveau d’eau extrême

D’après le rapport d’étude hydrodynamique DHI [Réf. 2], l’évènement de référence défini au PPRL du Pays d’Olonne est la tempête Xynthia de février 2010. Cette tempête a engendré un niveau marin supérieur au niveau marin d’occurrence centennale défini statistiquement par le SHOM.

Le niveau de référence a été estimé lors de Xynthia à l’aide des marégraphes à proximité. Ce niveau de référence a été établi à +4.32m NGF.

En considérant l’hypothèse d’élévation du niveau de la mer de 0.60m à l’horizon 2100, le niveau marin de référence à l’horizon 2100 aux Sables d’Olonne est de : +4.92m NGF.

## 4.5. HOULE

L’analyse extrême des hauteurs significatives des vagues par secteur directionnel sont données par l’étude hydrodynamique DHI [Réf. 3], pour un point situé à environ 10 km au large des Sables d’Olonne. Les caractéristiques des houles de projet sont données par le tableau 2.5 de ce rapport :

Secteur directionnel	H <sub>10</sub>	T <sub>p</sub>	WL (m NGF)
SE – SSE [135°N – 157.5°N]	1,8	16	2,37 4,92
SSE – S [157.5°N – 180°N]	2,5	8	2,37 4,92
S – SSO [180°N – 202.5°N]	3,3	8	2,37 4,92
SSO – SO [202.5°N – 225°N]	5,7	10	2,37 4,92
SO – OSO [225°N – 247.5°N]	6,6	13	2,37 4,92
OSO – O [247.5°N – 270°N]	9,0	14	2,37 4,92

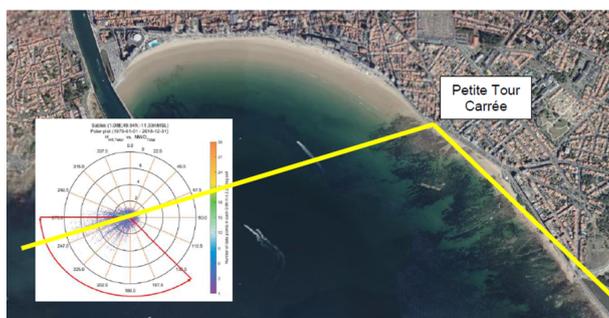


Figure 3. Caractéristiques des houles et secteurs directionnels – Source : Etude hydrodynamique DHI [Réf. 3]

On en déduit que le phare rouge est exposé aux houles du secteur OSO-O.

## 4.6. RISQUE SISMIQUE

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 toute activité humaine prolongée). Ainsi, ils ne doivent pas nécessairement répondre aux règles de construction parasismique.

## 4.7. DONNEES GEOTECHNIQUES

Dans le cadre de la réhabilitation du parapet du remblais des promenades Clémenceau et Godet, une campagne de reconnaissance des sols, missions G1 ES+G1 PGC, a été réalisée par la société KORNOG en mars 2023 [Réf. 4].

L'étude de Kornog identifie les points principaux suivants :

- Le site est relativement plat dans l'emprise étudiée,
- Les remblais sont sablo-graveleux sur environ 0.50m d'épaisseur puis sablo-limoneux à limono-graveleux jusqu'à 2.4 à 4.4m de profondeur. Ils présentent des caractéristiques mécaniques assez bonnes en tête puis rapidement médiocres à faibles, et renferment localement des blocs et/ou des passages relativement compacts.
- Le substratum micaschisteux sous-jacent est décomposée en tête en altérites limono-sableuse à sablo-graveleuses micacée présentant une résistance moyenne à bonne. A partir de 2.7m à 6.6m de profondeur, le micaschiste devient altéré à rapidement compact avec des caractéristiques mécaniques bonnes à élevées.

### 4.7.1. Niveau des différentes stratigraphies rencontrées

N° de sondage (Cote N.G.F. de la tête)		1 (6.9)	2 (6.8)	3 (6.9)	4 (6.8)	5bis (6.7)	6bis (6.7)	7 (6.8)	8bis (6.9)	9 (6.9)	10 (7.0)
Facies supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)									
R1	Remblais denses $q_r \geq 8$ MPa	0.9 (6.0)	1.0 (5.8)	0.9 (6.0)	1.0 (5.8)	1.1 (5.6)	1.0 (5.7)	0.8 (6.0)	0.5 (6.4)	0.7 (6.2)	0.7 (6.3)
R2	Remblais lâches $q_r$ hétérogène	4.3 (2.6)	3.4 (3.4)	3.4 (3.5)	3.7 (3.1)	3.9 (2.8)	2.4 (4.3)	4.2 (2.6)	2.4 (4.5)	2.8 (4.1)	2.7 (4.3)
A	Altérites $3 < q_r < 20$ MPa	4.5 (2.4)	4.5 (2.3)	4.3 (2.6)	4.0 (2.8)	3.9 (2.8)	2.9 (3.8)	4.4 (2.4)	3.4 (3.5)	3.4 (3.5)	3.5 (3.5)
MA	Micaschiste altéré $q_r > 20$ MPa	4.6 (2.3)	4.7 (2.1)	4.8 (2.1)	4.5 (2.3)	4.1 (2.6)	3.0 (3.7)	4.6 (2.2)	4.1 (2.8)	3.7 (3.2)	3.7 (3.3)
MC	Micaschiste compact $q_r >$ refus	Au-delà									

N° de sondage (Cote N.G.F. de la tête)		11 (7.1)	12 (7.2)	13 (7.2)	14bis (7.3)	PDB15 (7.1)	SP15 (7.1)	16 (6.8)	17 (6.5)	18 (6.3)	19 (6.1)
Facies supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)									
R1	Remblais compacts $q_r \geq 8$ MPa	0.7 (6.4)	0.6 (6.6)	0.7 (6.5)	0.6 (6.7)	0.7 (6.4)	0.5 (6.6)	0.8 (6.0)	0.7 (5.8)	0.5 (5.6)	0.7 (5.4)
R2	Remblais lâches $q_r$ hétérogène	2.4 (4.7)	2.4 (4.8)	3.9 (3.3)	4.4 (2.9)	2.9 (4.2)	3.5 (3.6)	2.6 (4.2)	3.1 (3.4)	2.0 (4.3)	2.4 (3.7)
A	Altérites $3 < q_r < 20$ MPa	3.2 (3.9)	3.1 (4.1)	4.1 (3.1)	-	6.6 (0.5)	7.2 (-0.1)	2.8 (4.0)	3.9 (2.6)	2.8 (3.5)	2.7 (3.4)
MA	Micaschiste altéré $q_r > 20$ MPa	3.9 (3.2)	3.7 (3.5)	4.4 (2.8)	4.5 (2.8)	7.1 (0.0)	7.5 (-0.4)	3.7 (3.1)	4.3 (2.2)	4.3 (2.0)	3.3 (2.8)
MC	Micaschiste compact $q_r >$ refus	Au-delà									

Tableau 1. Evolution du toit des différents horizons rencontrés sur l'ensemble des sondages, Source : [Réf. 4]

## 4.7.2. Caractéristiques mécaniques

Faciès géologique		Pressiomètre Ménard							
		Nombre d'essais	Module pressiométrique $E_M$ (MPa)			Pression limite $p_l'$ (MPa)			
n°	Nature		min	max	moyenne harmonique	min	max	moy	écart type
R	Remblais	7	0.9	9.0	1.7	0.12	0.70	0.34	0.24
A	Altérites	6	13.2	27.9	17.6	1.52	2.38	1.90	0.34
MA	Micaschiste altéré	3	26.0	32.2	28.2	3.40	5.80	4.68	1.21
MC	Micaschiste compact	24	116.5	369.6	232.6	> 4.8	-	-	-

Nature	Sondage	Profondeur (m)	w (%)	$\rho_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\varphi'$ (°)
Sable légèrement limoneux	SC7	1.2 à 1.4	8.8	1.85	1.70	6	32
Sable légèrement limoneux	SC7	2.3 à 2.5	9.2	2.04	1.87	5	32
Sable légèrement graveleux	SC17	2.25 à 2.5	5.1	1.88	1.79	2	35
Sable légèrement limoneux	SC17	3.25 à 3.45	8.9	2.23	2.04	7	33

Légende :  
w : Teneur en eau pondérale naturelle  
 $\rho_h$  : Masse volumique humide  
 $\rho_s$  : Masse volumique sèche  
 $c'$  : Cohésion effective  
 $\varphi'$  : Angle de frottement effectif

Tableau 2. Caractéristiques géomécaniques retenues par Kornog, Source : [Réf. 4]

## 4.7.3. Données hydrogéologiques

La campagne de Kornog [Réf. 4] n'a pas permis de relever le niveau de la nappe du fait de la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation des sondages pressiométrique (injection de boue).

Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau dans les sondages carottés et au pénétromètre au moment des reconnaissances.

Les relevés, ponctuels dans le temps, n'ont pas permis d'identifier une variation de la nappe à long terme.

## 4.7.4. Comparaison avec les données géotechniques de FONDASOL 2022

Nous proposons de comparer l'étude de Kornog avec le rapport géotechnique [G2 AVP] réalisé par FONDASOL le 01/04/2022 dans le cadre de la réhabilitation du parapet situé au niveau de la Promenade Georges Clémenceau dans l'alignement de la Rue Guynemer et jusqu'au phare rouge. Nous avons les caractéristiques mécaniques suivantes :

Formation	Profondeur de la base (m/TN actuel)	Classe de sol selon EC7	$E_H$ (MPa)		$PI^0$ (MPa)		$q_0$ (MPa)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
Remblais sableux ± caillouteux ou limoneux / sable dunaire et limon schisteux	2,4 à 2,8	Sable lâche à dense, limoneux mou	1,3	14,2	0,07	0,96	1	35
Micaschiste décomposé	3,6 à 4,4	Sable dense	5,6	14,5	1,11	2,00	5	50
Micaschiste altéré		Rocher altéré	54,9	83,0	2,40	> 4,97		
Micaschiste compact	Au-delà	Rocher fragmenté	137	650	> 4,55	> 50 - Refus		

Tableau 3. Caractéristiques géomécaniques retenues par Fondasol – Source : G2 AVP – Etude antérieure MOE réhabilitation du parapet le long de la promenade George Clémenceau

De manière générale, nous pouvons constater que les caractéristiques géomécaniques identifiées le long de la promenade George Clémenceau jusqu'au Phare Rouge et le long des secteurs C (promenade Clémenceau) et secteur D (promenade Godet) sont à peu près similaires.

Nous notons également une variabilité d'épaisseur du remblais (composé de sable limoneux et graveleux), passant d'une épaisseur de 2,6m pour le sondage SP11 à 4,0m pour le sondage SP5. Pour mieux apprécier l'évolution du toit des

stratigraphies rencontrées, une coupe longitudinale de l'évolution de ces épaisseurs devra être fourni par KORNOG dans le cadre de la mission G2 AVP.

Cette coupe longitudinale nous permettra éventuellement de définir des secteurs où les fondations pourront être superficielles et d'autres secteurs qui seront composés de fondations profondes de type micropieux.

## 4.8. DEMARCHES REGLEMENTAIRES

Lors des opérations précédentes (risberme et parapet chasse-mer), les démarches suivantes avaient été demandées :

- Un avis des Architectes des Bâtiments de France car un monument historique (église de Saint-Thomain) se situe dans le périmètre ;
- Une autorisation de circulation sur le Domaine Public Maritime avec une évaluation simplifiée des incidences Natura 2000. Sur ce point, la demande d'AOT a été simplifiée grâce au transfert de gestion. Depuis 2023, une simple information sur les travaux et le périmètre sont à fournir 7 jours avant intervention auprès de la DDTM.
- Un avis de la DDTM service police de l'eau pour confirmer l'absence de procédure au titre du code de l'environnement ; avis sollicité en 2019 au travers d'un porté à connaissance sur la base de l'AVP en précisant qu'il s'agit de travaux de grosses réparations donc non soumis à évaluation environnementale conformément à l'art. R122-2 du CE. En 2021, c'est un dossier d'étude au cas par cas qui avait été demandé ;
- Un avis de l'Agence Régionale de la Santé au regard de la proximité d'activités nautiques.

Nous recommandons à la maîtrise d'ouvrage de s'assurer auprès des différents services de l'état de la nécessité d'établir tout ou partie des démarches ci-dessus.

Nous pouvons noter dès à présent que le projet ne se situe pas dans le périmètre d'une zone classée Natura 2000.



Figure 4. Visualisation de la limite de la zone Natura 2000, Source : Géoportail

## 4.9. CIRCULATION

À la suite de la visite sur site d'ARTELIA le 23/03/2023, nous avons pu constater que le trottoir est large. Cela devrait permettre de limiter l'emprise du chantier et éviter de neutraliser les voies de la chaussée. Un plan de principe sera établi en phase PRO.

## 4.10. RESEAUX

Une demande de DT a été réalisée par ARTELIA en mars 2023.

La MOA a précisé lors de notre visite sur site du 04/10/2023 qu'elle allait procéder à la détection des réseaux de classe B pour préciser leurs positionnements. On rappelle également, la nécessité de réaliser une réunion entre la maîtrise d'ouvrage et les concessionnaires pour leur présenter le projet et ce qu'il implique comme impacts au niveau des réseaux et les adaptations pouvant être adoptées par chaque concessionnaires,

### 4.10.1. Eaux pluviales

Nous observons la présence de réseaux EP sur l'ensemble de l'emprise du projet :

- Un collecteur Ø1300mm sous le trottoir
- Un refoulement Ø1300mm sous la cale au sud-est
- Des ouvrages de gestion EP sous le belvédère du phare rouge

En accord avec le concessionnaire Les Sables d'Olonne Agglomération :

- Pour les collecteurs, la classe de précision est C : il est nécessaire que la maîtrise d'ouvrage fasse procéder à une détection pour préciser la position, notamment en profondeur.
- Pour les ouvrages de gestion EP, la maîtrise d'ouvrage doit recueillir les documents (plans...). En effet, la solution de confortement du parapet retenue devra s'adapter à ces ouvrages.

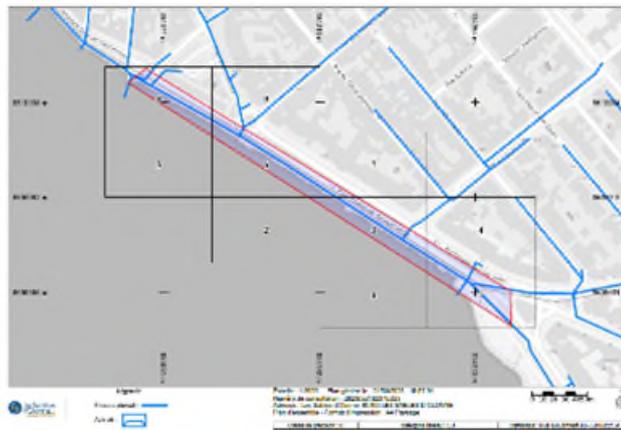


Figure 5. Plan général – réseau eau pluvial



Figure 6. Plan de détail au droit de la cale – réseau eau pluvial



Figure 7. Plan de détail au droit du phare rouge – réseau eau pluvial

Des déviements temporaires de réseaux devront être également prévus afin de maintenir en fonction l'évacuation des eaux pluviales durant toute la durée d'exécution des travaux.

Des travaux sur les EU et EP ont été réalisés, la MOA a transmis les plans d'exécution et de récolement des réseaux EU. Ceux-ci sont intégrés dans nos plans en complément des DICT.

#### 4.10.2. Réseau de gaz

Aucun réseau de gaz du concessionnaire GRDF ne se situe sur l'emprise des travaux. Il n'y a pas de conflit avec le projet.

#### 4.10.3. Réseau électrique BT

Le réseau électrique basse tension est présent ponctuellement :

- Au niveau du phare rouge – classe A,
- Au droit du belvédère situé proche du rond-point permettant l'intersection de la promenade Georges Godet, du Boulevard Castelnau et de la rue Villebois Mareuil – classe C,
- Au droit de la rue Achille Duclos – classes A et B.

En accord avec le concessionnaire ENEDIS, l'ensemble de ces réseaux devra être dévoyé pendant les travaux.

Il est nécessaire que la maîtrise d'ouvrage fasse procéder à une détection pour préciser la position de réseaux de classes B et C.



Figure 8. Réseau BT au droit du Phare Rouge, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5]



Figure 9. Réseau BT au droit du belvédère proche du rond points, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5]





Figure 10. Réseau BT au droit de la rue Achille Duclou, Source : ENEDIS 2021 [Réf. 5]

#### 4.10.4. Infrastructures de communications électroniques

Un réseau de télécommunication en classe B est présent en arrière du parapet existant sur l'ensemble du linéaire.

En accord avec le concessionnaire ORANGE, le réseau devra être dévié pendant les travaux.

Il est nécessaire que la maîtrise d'ouvrage fasse procéder à une détection pour préciser la position du réseau classe B.



Figure 11. Visualisation de l'implantation des réseaux télécom sur la zone projet, Source : ORANGE [Réf. 5]

#### 4.10.5. Réseau d'eau usée

Le réseau d'eaux usées ne se situe dans l'emprise du projet qu'au niveau du belvédère du phare rouge.

La maîtrise d'ouvrage doit recueillir les documents des ouvrages de gestion d'eau pluviale. En effet, la solution de confortement du parapet retenue devra s'adapter à ces ouvrages qui abritent un poste de relevage des eaux usées.

Ces réseaux pourraient entrer en conflit avec la solution de reconstruction de parapet. Il est donc nécessaire de connaître la géométrie exacte des ouvrages situés sous le belvédère.



Figure 12. Plan général du réseau d'eau usée au droit de la zone projet

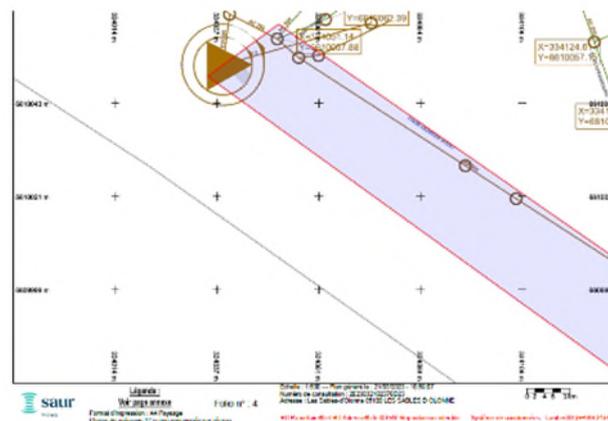


Figure 13. Plan de détail sur la présence d'un poste de relevage sous le belvédère du phare rouge

#### 4.10.6. Réseau d'eau potable AEP

Le réseau d'eau potable n'entre pas en conflit avec le projet.

#### 4.10.7. Nota

Une réunion avec les concessionnaires est indispensable pour leur présenter le projet et ce qu'il implique comme impacts au niveau des réseaux. Chaque concessionnaire devra :

- Etudier les impacts sur ses propres réseaux,
- Décider s'il dévoie ou condamne ses réseaux,
- Communiquer son projet de réinstallation finale en y prescrivant notamment :

- Ses besoins en équipements particuliers à intégrer à la construction de l'ouvrage : spécificité des fourreaux et des chambres de tirage, directives de pose spécifiques,
- Son calendrier d'intervention s'il prévoit :
  - De contrôler la bonne pose des fourreaux, chambres, autres supports ...,
  - De réaliser des travaux avant le début du chantier du pont,
  - De réaliser des travaux pendant la période d'exécution des travaux du pont, notamment pour réinstaller ses réseaux avant l'exécution des raccords de voirie situés de part et d'autre du Pont Neuf.

La diversité, le nombre et les incertitudes sur l'implantation des réseaux présents dans la zone du projet nous amènent à conseiller au maître d'ouvrage de solliciter, auprès d'un coordinateur dédié (OPC), une mission de coordination des opérations et des travaux liées aux réseaux.

#### 4.11. CONTRAINTES DE SITE

Le projet devra tenir compte des contraintes suivantes :

- Promenades Georges Clémenceau et Godet commerçantes avec des enjeux touristiques importants : restreindre les nuisances de toutes natures,
- Ouvrage situé en zone intertidale,
- Vigilance sur la nécessité de continuité de service des installations existantes (eaux pluviales...),
- Sécurité des intervenants lors des travaux,
- Feu maritime au niveau du belvédère central : l'arrêt de ce feu est impossible car il assure la sécurité maritime pour rentrer dans le port des Sables d'Olonne. La MOA doit se renseigner s'il est possible de reculer ce feu maritime tout en assurant son alignement afin de pouvoir réaliser les travaux.

#### 4.12. CONTRAINTES PARTICULIERES

Tout comme le projet antérieur concernant la réhabilitation du parapet de la risberme, le projet doit tenir compte des contraintes suivantes :

- Nous proposons de retenir une durée de vie des ouvrages identiques au projet antérieure de réhabilitation du parapet de la promenade Clémenceau de : 100 ans,
- Conservation des belvédères et de l'aspect maçonné du perré, conservation des escaliers d'accès (inclure les réparations et aménagements nécessaires),
- La partie supérieure aura la même finition (béton lisse) que les parapets chasse-mer mis en œuvre le long de la promenade Clémenceau.
- Conserver au minimum la hauteur du parapet actuel.

**Nota : nous alertons la maîtrise d'ouvrage, que la hauteur actuelle du parapet par rapport au trottoir étant de 0.50m, elle n'est pas conforme à la norme NF P 01-012. Le tableau ci-après donne la hauteur minimum en fonction de l'épaisseur du garde-corps. Dans l'hypothèse où nous réalisons un parapet présentant une largeur  $\geq 0.60m$ , la hauteur mini du parapet par rapport au trottoir devra être de 0.70m. Pour s'en assurer, nous conseillons à la maîtrise d'ouvrage de demander l'avis d'un contrôleur technique pour se prononcer sur l'aspect sécurité de ce point.**

Dimensions en mètres

	Garde-corps minces	Garde-corps épais							
Épaisseur E	≤ 0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	≥ 0,60
Hauteur H	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90	0,85	0,80	0,75 [12]	0,70 [12]
Note : Interpoler pour les valeurs intermédiaires [13].									

Tableau 4. Valeurs de la hauteur en fonction de l'épaisseur du garde-corps – Source : NF P 01-012

- Alignement du parapet du belvédère du phare rouge avec le mur poids maçonné (suppression de la banquette maçonnée).

## 5. ETAT DES LIEUX - OUVRAGES EXISTANTS

### 5.1. OUVRAGES DU SECTEUR C ET DU SECTEUR D

#### 5.1.1. Composition et dimensions des ouvrages

En l'absence de dossier d'ouvrages (DO), nous ne connaissons pas la composition du perré et des belvédères. Néanmoins, les sondages réalisés par Kornog, nous informent sur les sols sous le perré composés de remblais plus ou moins compact, puis d'altérité et est fondé directement sur le rocher micasciste.

##### 5.1.1.1. Composition des ouvrages du secteur C

Les ouvrages sont principalement composés :

- D'un perré muni d'un parement de moellons bruts maçonnés en appareillage ordinaire,
- D'un parapet en blocs béton avec une habillage granite sur la face supérieur et latérale côté remblai et peint côté mer,
- De deux belvédères avec accès à la plage par des escaliers dont les marches sont en pierres de taille de granit. Des garde-corps et mains-courantes en tube d'acier inoxydable sont fixés à l'anglaise sur le parement ou directement au-dessus des marches.

##### 5.1.1.2. Composition des ouvrages du secteur D

Les ouvrages sont principalement composés :

- D'un parement de pierre maçonné,
- D'un parapet en blocs béton avec une habillage granite sur la face supérieur et latérale côté remblai et peint côté mer,
- De deux belvédères dont un avec accès à la plage par des escaliers,
- D'une cale au sud-est.

##### 5.1.1.3. Dimensions relevées lors de la VSC de SOCOTEC en octobre 2022 – Secteur C

Les dimensions du perré citées dans le document de [Réf. 6] sont les suivantes :

- Hauteur : 3m
- Largeur : 3m

- Pente : 1/1
- Longueur : 115 ml

#### 5.1.1.4. Dimensions du parapet relevées lors des visites d'ARTELIA en mars et octobre 2023

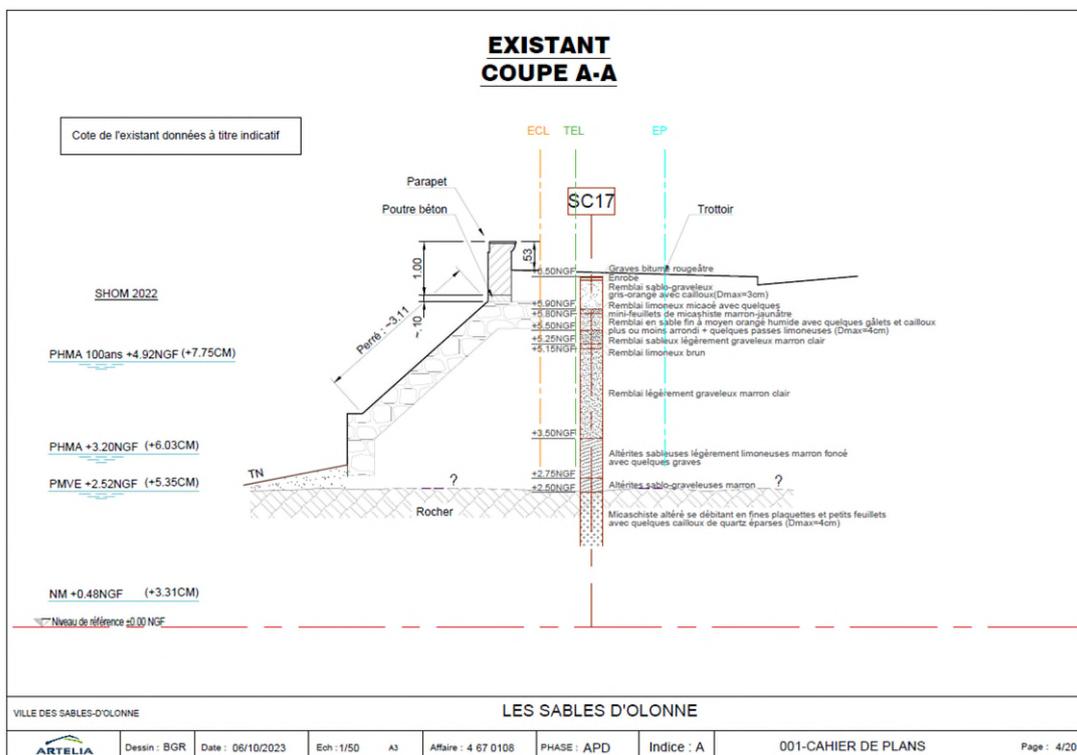


Figure 14. Vue en coupe des ouvrages existant au droit du sondage SC17 (secteur C)

### 5.1.2. Etat de conservations

#### 5.1.2.1. Visite simplifiées comparées – SOCOTEC – 2022

SOCOTEC a réalisé en 2022 une visite simplifiée comparée, méthode VSC, de l'ensemble des ouvrages constituant le front de mer des Sables d'Olonne et plus particulièrement les secteurs C et D.



Figure 15. Localisation des secteurs C et D lors de la VSC, Source : [Réf. 6]

##### 5.1.2.1.1. Parement pierre maçonné secteur C et D du perré

Des travaux de reprise des joints ont été effectués en octobre 2020.

Les désordres suivants ont été relevés lors de la VSC de SOCOTEC en 2022 :

- Fissures verticales,
- Affouillement en pied,
- Fissures,
- Disjointoiement sous le niveau du marnage.



Figure 16. Visualisation des désordres observés sur le parement maçonné, Source : [Réf. 6]

#### 5.1.2.1.2. Muret secteur C et D

Les désordres relevés lors de la VSC de SOCOTEC en 2022 sont les suivants :

- Fractures,
- Fissures verticales et longitudinales,
- Végétation sur fissures,
- Renversement du couronnement,
- Fractures du couronnement béton,
- Gonflement localisé.



Figure 17. Visualisation des désordres observés sur le muret, Source : [Réf. 6]

#### 5.1.2.1.3. Belvédères secteur C et D

Les désordres relevés lors de la VSC de SOCOTEC en 2022 sont les suivants :

- Fissures verticales dans le parement,
- Végétation dans les fissures,
- Déchaussement des dalles en crêtes,
- Décollement et décalage du muret,
- Affouillement en pied.



Figure 18. Visualisation des désordres observés sur les belvédères, Source : [Réf. 6]

#### 5.1.2.1.4. Escalier secteur C et D

Les désordres relevés lors de la VSC de SOCOTEC en 2022 sont les suivants concernant l'escalier sud :

- Pierres manquantes,
- Garde-corps corrodé,
- Marche béton fissurée,
- Affouillement en pied.



Figure 19. Visualisation des désordres observés sur les escaliers, Source : [Réf. 6]

#### 5.1.2.1.5. Cale au sud-est

Le désordre observé lors de la VSC de SOCOTEC en 2022 est le suivant : pierres manquantes.



Figure 20. Visualisation des désordres observés de la cale au sud, Source : [Réf. 6]

#### 5.1.2.1.6. Conclusion de SOCOTEC

SOCOTEC préconise la réalisation de travaux à court et moyen terme consistant à :

- Traiter les fissures (injection, enduit du mortier),
- Réaliser une réfection ou remplacement des murets (en maçonnerie) par des murets bétons ou des murs chasse-mer,

- Traiter les fissures du trottoir à l'arrière de l'ouvrage (pontage),
- Remplacement des garde-corps des escaliers.

### 5.1.2.2. Visite ARTELIA en mars et octobre 2023

L'ensemble de l'ouvrage est exposé au sud-ouest face à l'océan. Lors de tempête, le perré et le parapet subissent l'action mécanique répétée des vagues et les cycles de mouillage et séchage d'eau de mer salée.

Lors de notre visite nous avons pu relever des désordres similaires à ceux relevés par SOCOTEC.

Ci-dessous nous rapportons seulement les dégradations et les désordres qui permettent compléter les observations de SOCOTEC.

Ci-dessous le plan de repérage des zones inspectées.

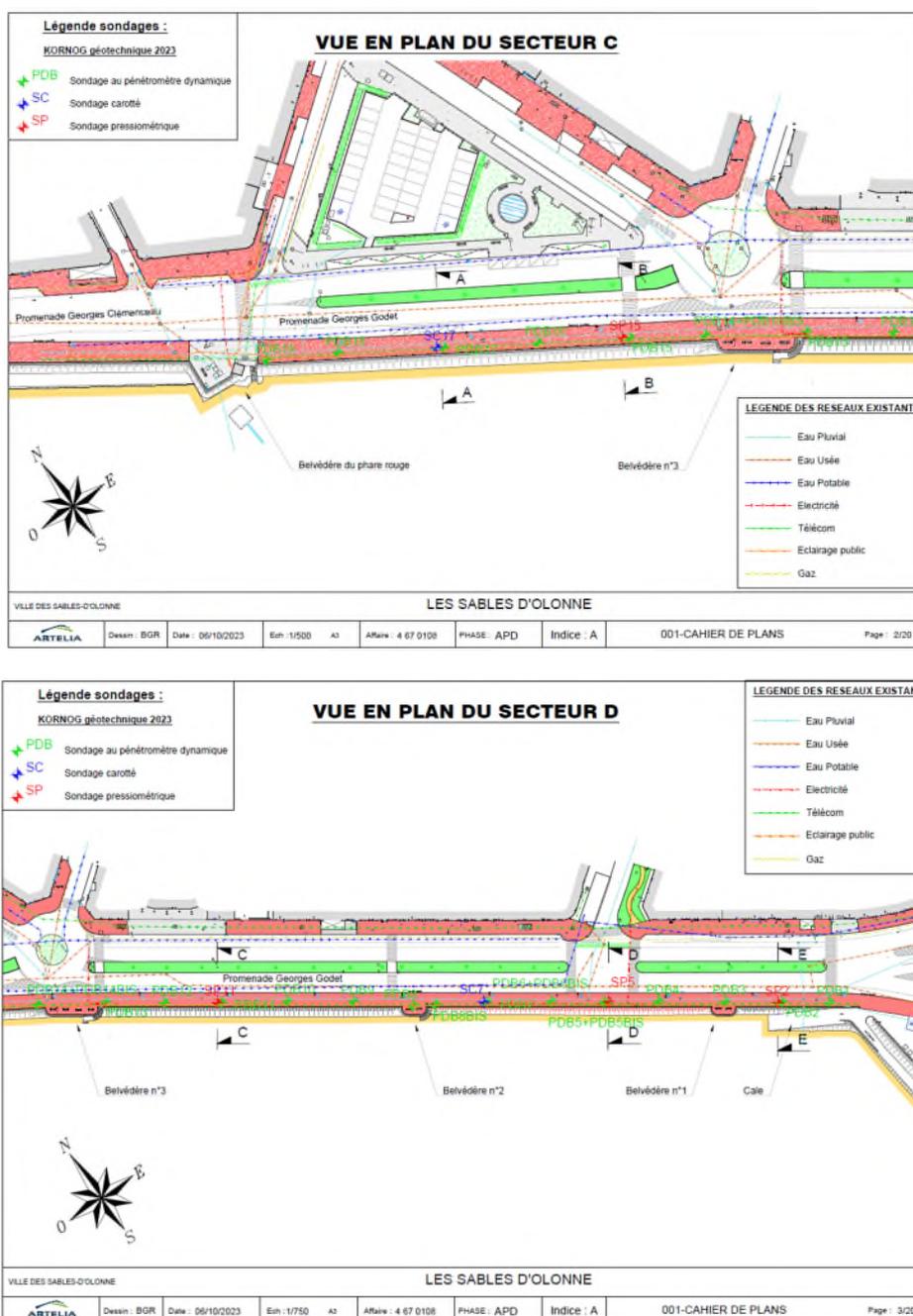


Figure 21. Plan de repérage des zones inspecté lors de la visite d'Artelia

### 5.1.2.2.1. Zone entre la cale et le 1<sup>er</sup> Belvédère

Ouvrages / équipements	Observations	Photos	Actions à entreprendre
Cale de mise à l'eau	Présence de disjointoiement et de lacunes		Prévoir une campagne de rejointoiement (70% de la surface de la cale) et le comblement des lacunes.
Clapet au niveau de la cale	Le clapet n'est plus étanche		Prévoir le remplacement du clapet.
Perré maçonné	Présence de barbacanes		Prévoir un entretien des barbacanes (débouchage) et/ou le remplacement des barbacanes.

### 5.1.2.2.2. Zone entre le 1<sup>er</sup> Belvédère et le 2<sup>ème</sup> Belvédère

Ouvrages / équipements	Observations	Photos	Actions à entreprendre
Perré maçonné	Observation d'écoulements et résurgences d'eau en pied du perré. Cela peut induire une perte des fines contenues dans les matériaux derrière le perré maçonné.		Campagne d'investigation permettant la détection ou non de cavités.
	Disjointoiement et lacunes sur la zone d'attaque (premier tiers du perré).		Prévoir une campagne de rejointoiement et comblement des lacunes.
Escalier 2 <sup>ème</sup> Belvédère	Eclatement de 3 marches en granit au niveau des fixations du garde-corps à cause de la corrosion expansive. Fissurations de 4 marches en haut des escaliers (en béton).	 	Prévoir le remplacement des marches fissurées par de nouvelles pierres de taille de granit, le remplacement du garde-corps et réaliser les fixations à l'anglaise en dessous les marches.  Remplacement des 4 premières marches en béton par des pierres de taille en granit pour homogénéiser l'ensemble de l'escalier.

### 5.1.2.2.3. Zone entre le 2<sup>ème</sup> Belvédère et le 3<sup>ème</sup> Belvédère

Pas d'observation particulière qui permettrait de compléter les observations de SOCOTEC.

### 5.1.2.2.4. Zone entre le 3<sup>ème</sup> Belvédère et le Belvédère du phare rouge

Ouvrages / équipements	Observations	Photos	Actions à entreprendre
Perré maçonné	Déformation du perré avec des zones de bombements et d'affouillement.		Campagne d'investigation permettant la détection de cavités.
Perré maçonné	Présence d'un effondrement du muret maçonné. Cet événement permet d'identifier des cavités plus ou moins importantes dans le perré.		Campagne d'investigation permettant la détection de cavités.

## 5.2. POINTS SINGULIERS

### 5.2.1. Belvédère n°1

Le belvédère n°1 est composé d'un parement maçonné. En l'absence de sondage et de DO nous n'avons pas de précision sur sa composition intérieure et l'épaisseur des murs. A ce stade, nous supposons que le belvédère est rempli de remblai plus ou moins compact puis d'altérite micaschisteuse. Les murs du belvédère, comme le perré, semblent fondés directement au rocher micaschiste.

Cette hypothèse devra être confirmée par les archives ou par des sondages complémentaires.

Ce belvédère ne présente pas d'ouvrage d'accès à la plage, il est composé d'un parapet en blocs de béton.

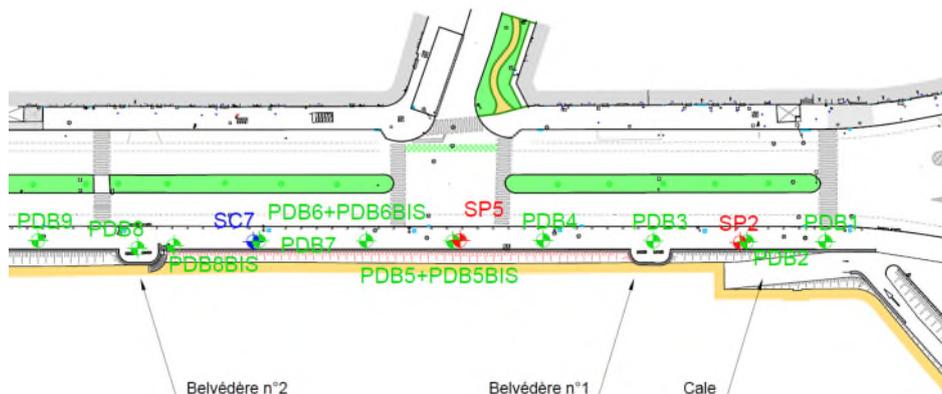




Figure 22. Visualisations du belvédère n°1

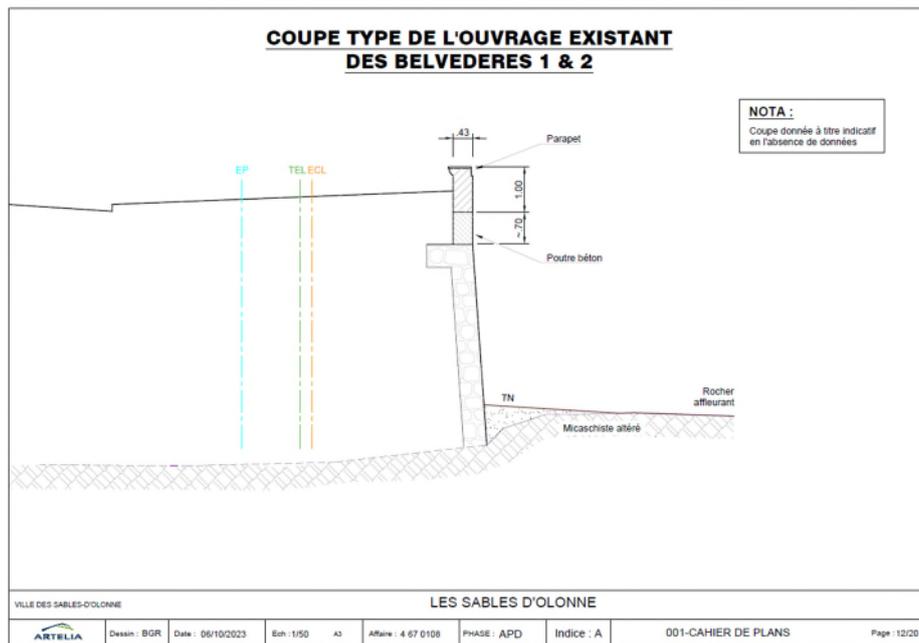


Figure 23. Coupes type du belvédère n°1

La coupe type du belvédère est donnée à titre indicatif. Des investigations complémentaires permettront de déterminer les épaisseurs du mur maçonné ainsi que la composition des sols arrière.

La maîtrise d'ouvrage précise qu'il sera nécessaire de remettre en place les différents mâts fixés sur le parapet des belvédères.

### 5.2.2. Belvédère n°2

Les observations faites pour le belvédère n°1 sont identiques pour le belvédère n°2.

Il présente un escalier d'accès à la plage. Ce dernier est conservé à l'identique, seuls des travaux de réparation et de changement des garde-corps corrodés seront réalisés.



Figure 24. Visualisation du belvédère n°2

### 5.2.3. Belvédère n°3

Le 3<sup>ème</sup> belvédère est doté d'un escalier permettant l'accès à la plage.

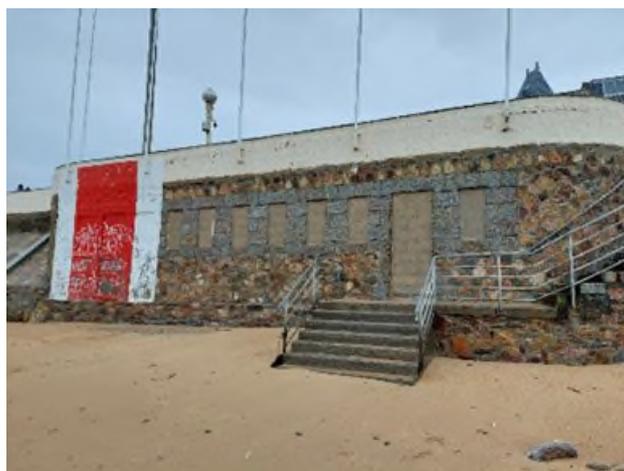
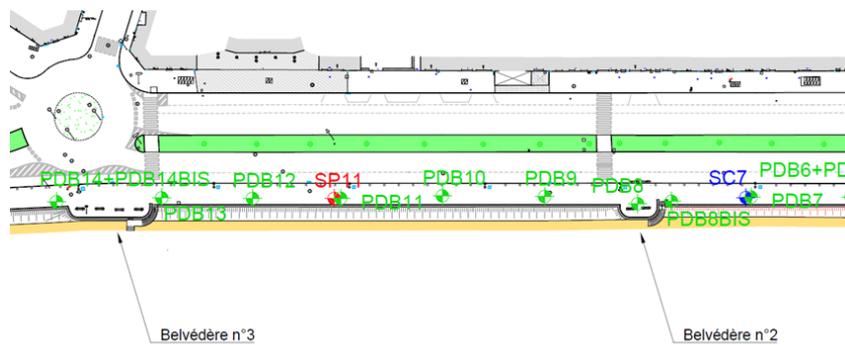


Figure 25. Visualisation du belvédère n°3

À la suite de la visite aux archives, nous avons pu récupérer un plan semblable à l'ouvrage.

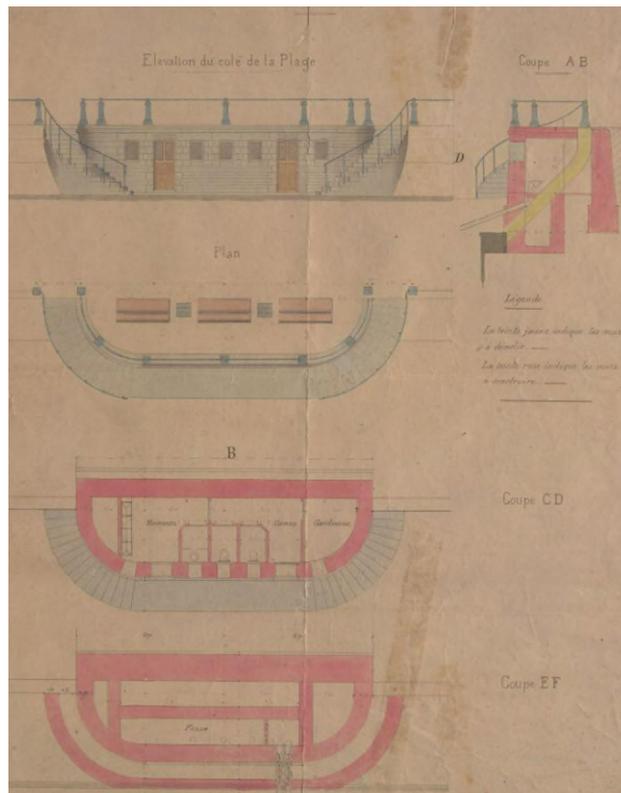


Figure 26 – Plan récupéré sur le site des archives des Sables d'Olonne

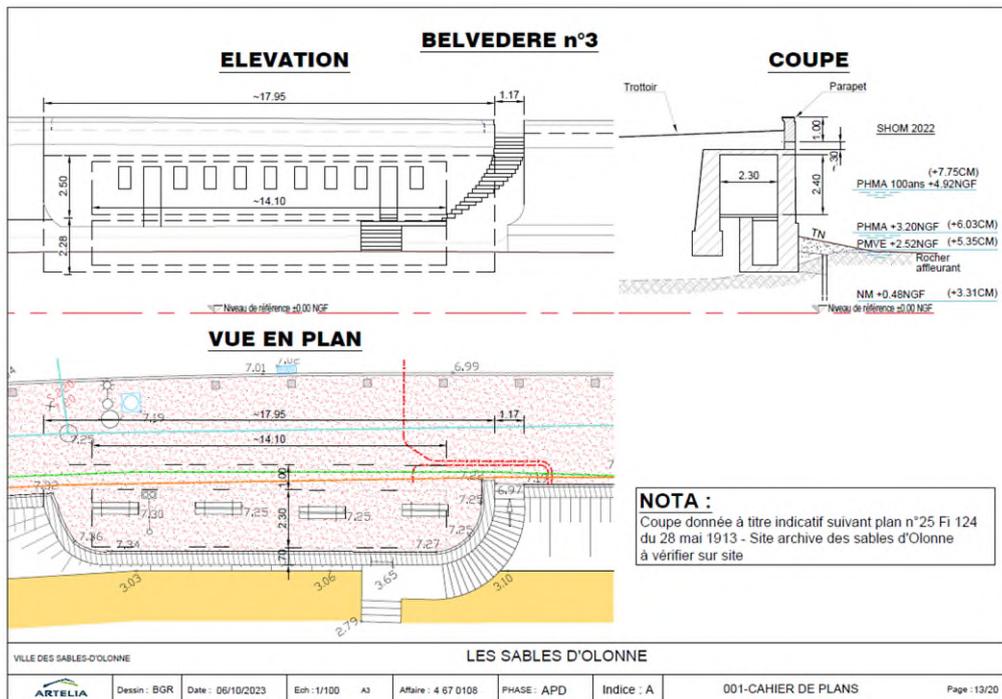
Lors de la visite d'ARTELIA le 04/10/2023, nous avons pu entrer dans les sanitaires désaffectés sous ce belvédère.

Nous avons pu constater que le plafond des toilettes est composé de voûtes en béton et d'IPN métalliques fortement corrodés. La composition et l'état de cette structure ne permettent pas d'y envisager l'ancrage du nouveau parapet.



Figure 27 – Visualisation du plafond des sanitaires sous le belvédère central (visite sur site du 04/10/2023)

Néanmoins, nous avons pu constater que les murs sont constitués de 40cm de béton puis de 20 à 30 cm de pierre maçonné. Par conséquent, nous étudierons en phase PRO la possibilité d'anrner, sous réserve de la pérennité du béton existant, le nouveau parapet en tête du mur d'enceinte des sanitaires.



Un feu maritime, géré par la DDTM, est présent sur ce belvédère. Selon les travaux envisagés, une vigilance particulière devra être portée sur la possibilité de reculer le feu maritime afin de permettre le terrassement. L'arrêt de ce feu est impossible car il assure la sécurité maritime pour rentrer dans le port de Sables d'Olonne. De ce fait, la maîtrise d'ouvrage doit se renseigner sur la possibilité de reculer ce feu maritime, tout en gardant son alignement, afin de permettre la réalisation des travaux.



Figure 28 – Visualisation du feu maritime

## 5.2.4. Belvédère du phare rouge

Sous le belvédère du phare rouge les ouvrages suivants sont présents :

- Ouvrages gestions des eaux pluviales,
- Un poste de relevage des eaux usées,

Il est important de définir correctement les épaisseurs des voiles bétons qui constituent le poste de relevage des eaux usées et de gestion des eaux pluviales.

Nous pouvons, à l'aide des différentes données en notre possession définir les plans et coupes suivants :

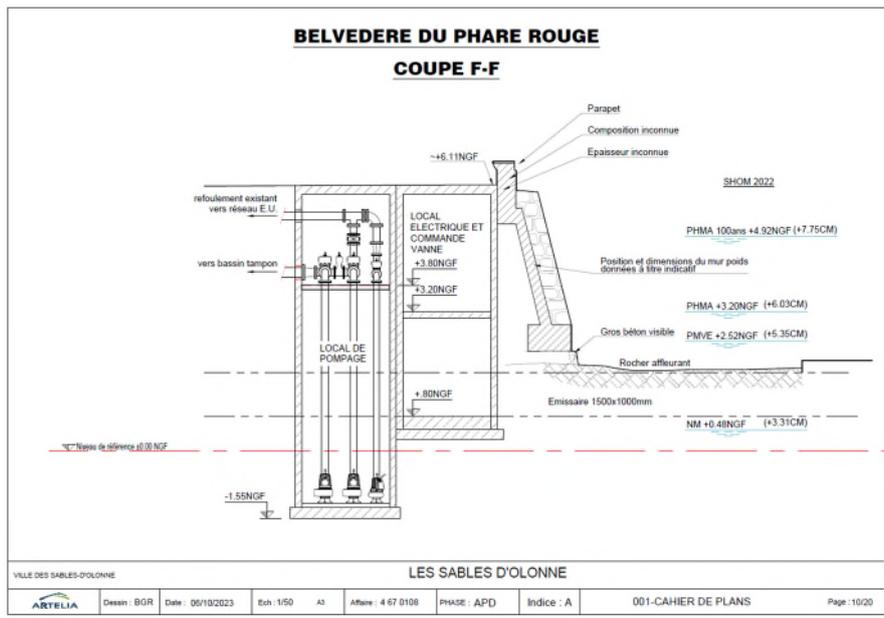


Figure 29. Vue en coupe du Belvédère phare rouge (coupe F-F)

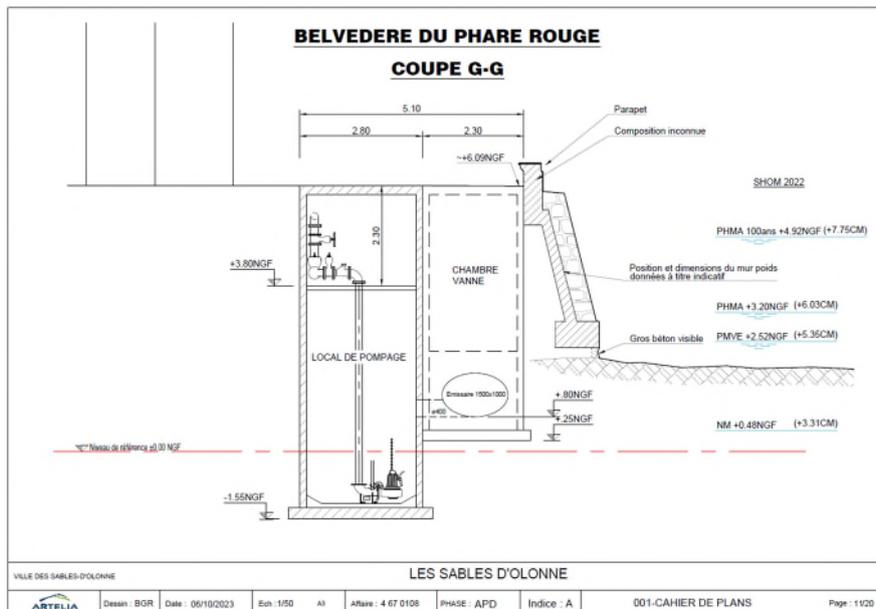


Figure 30. Vue en coupe du Belvédère phare rouge (coupe G-G)

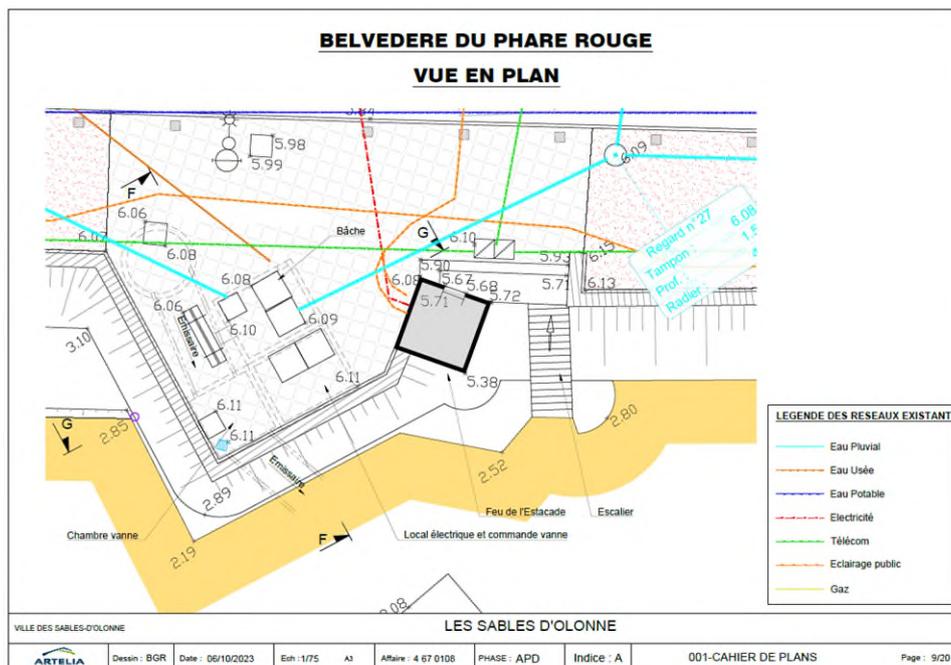


Figure 31. Vue en plan du Belvédère phare rouge

## 6. ACTIONS SUR LES OUVRAGES

### 6.1. CHARGES PERMANENTES

- Béton : 24 kN/m<sup>3</sup>
- Béton armé : 25 kN/m<sup>3</sup>
- Remblais : 16 kN/m<sup>3</sup>
- Sable sec : 16 kN/m<sup>3</sup>
- Pavé granit 8cm : 20 kN/m<sup>3</sup>

### 6.2. CHARGES D'EXPLOITATION

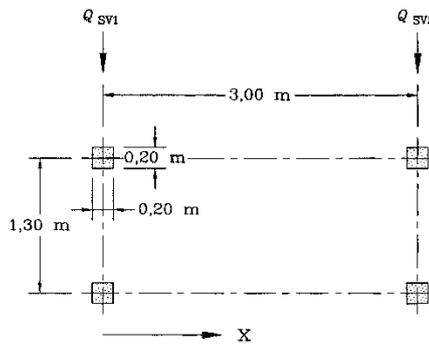
#### 6.2.1. Charge piétonne

Le terre-plein, situé en arrière du parapet, a un usage principalement piétonnier.

Nous proposons de retenir une surcharge d'exploitation de 500 kg/m<sup>2</sup> (modèle de foule dense).

#### 6.2.2. Charge de service

On retient le véhicule de service du § 5.6.3 de l'EC1-2 :



**Légende**  
 x : Direction de l'axe de l'ouvrage  
 $Q_{sv1} = 80 \text{ kN}$   
 $Q_{sv2} = 40 \text{ kN}$

Dans notre cas, on retient la charge  $Q_{sv1}$  d'un pneu sur un carré de 20cm, placé à 50cm du parapet et diffusant la charge à 45° dans le remblai.

On obtient ainsi la pression dû au véhicule prise constante entre -0,5m/TN et -1,3m/TN, correspondant au-dessus de la semelle de fondation.

$$P_{Qserv} = 80 / (0.2+0.5+0.5) = 56\text{kN/m}^2$$

### 6.3. PRESSION DES TERRES

A l'arrière nous avons un remblai sablo-graveleux. Le rapport issu de la campagne géotechnique de Kornog nous donne les caractéristiques suivantes :

Nature	Sondage	Profondeur (m)	w (%)	$\rho_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
Sable légèrement limoneux	SC7	1.2 à 1.4	8.8	1.85	1.70	6	32
Sable légèrement limoneux	SC7	2.3 à 2.5	9.2	2.04	1.87	5	32
Sable légèrement graveleux	SC17	2.25 à 2.5	5.1	1.88	1.79	2	35
Sable légèrement limoneux	SC17	3.25 à 3.45	8.9	2.23	2.04	7	33

Légende :  
 w : Teneur en eau pondérale naturelle  
 $\rho_h$  : Masse volumique humide  
 $\rho_d$  : Masse volumique sèche  
 $c'$  : Cohésion effective  
 $\phi'$  : Angle de frottement effectif

Figure 32. Modèles géotechniques issus des essais en laboratoire pour les différents remblais rencontrés– Source : [Réf.4]

De ce fait et de manière sécuritaire dans le but de déterminer la poussée des terres, on détermine la valeur de la pression des terres  $P_t$  :

$$K_0 = 1 - \sin(\phi') = 1 - \sin(32^\circ) = 0.47$$

$$P_t = K_0 * \gamma_{remblai} * \Delta H = 0.47 * 16 \text{ (kN/m}^3) * \Delta H \text{ (m)} = 0.47 * 16 * 1.30 = 9.78 \text{ kN/m}^2$$

### 6.4. EFFORT DE HOULE

Les approches ci-dessous donnent des ordres de grandeur basées sur des hypothèses et méthodes issues des études hydrodynamiques disponibles. Attention, ces dernières ne sont pas spécifiques à l'ouvrage et à la zone intéressant le projet. Nous prenons la même hypothèse que celle faite dans le cadre de la reconstruction du parapet de la promenade Clémenceau.

### 6.4.1. Effort vertical

Ces hypothèses se basent sur l'étude FONDASOL/DHI [Réf.3], on émet l'hypothèse que la vague déferle 300m avant l'ouvrage. A cet endroit, la hauteur de la houle de secteur OSO-O est de maximum 5m d'après la figure 3.8 du rapport DHI [réf.7].

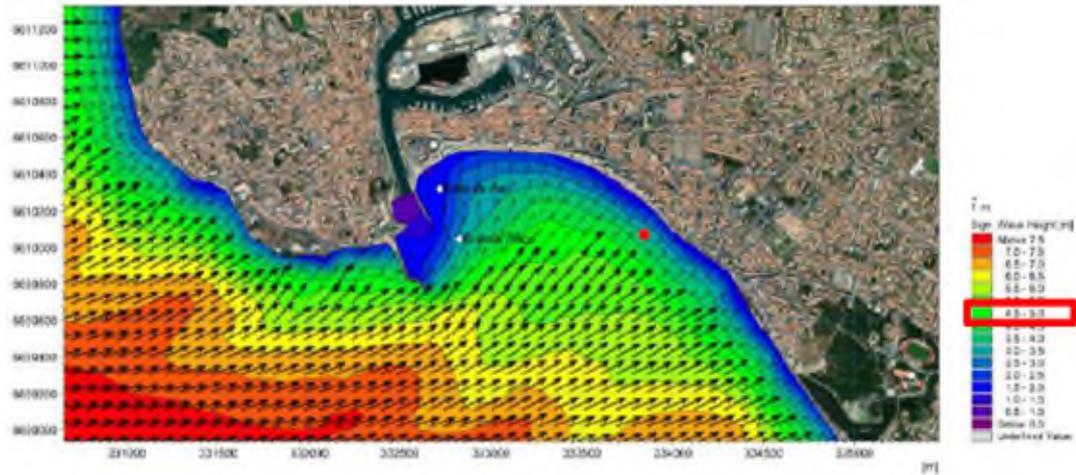


Figure 33. Champ de vague centennal de secteur OSO – Source : DHI [réf.7]

Le rapport de FONDASOL/DHI détermine l'effort de la houle déferlante à l'aide de la méthode d'une paroi vertical, méthode issue des ouvrages du CEM (Coastal Engineering Manual).

L'expérience montre que 78% de la hauteur de la vague se situe au-dessus du niveau moyen (Wiegel 1964. En faisant l'hypothèse que la hauteur décroît linéairement depuis le point de déferlement jusqu'à l'intersection de la surface libre avec la pente où la hauteur est réduite à  $H_{swl} = 0,2.H_b$ , et par méthode des triangles semblables sur une pente  $0,01 < \tan \beta < 0,1$  (Camfield 1991), on a une hauteur d'impact  $H_w$  :

$$H_w = \left( 0,2 + 0,58 \frac{h_s}{h_b} \right) H_b \quad (1)$$

Pour  $\beta$ , on le déduit à partir du niveau du substratum de l'étude géotechnique IGESOL [Réf. 8] situé à environ 150m de la risberme à -1,30mNFG, et des relevés des niveaux du toit rocheux en pied de la risberme [Réf. 2.1] situé à +1,6mNGF :

$$\beta = \tan^{-1} ((1,3+1,6)/150) = 1,10^\circ$$

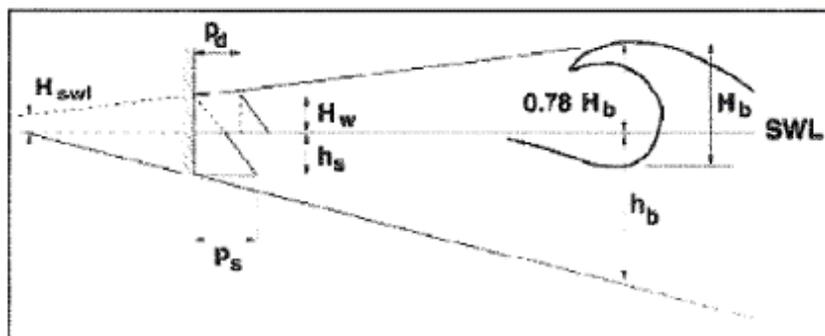
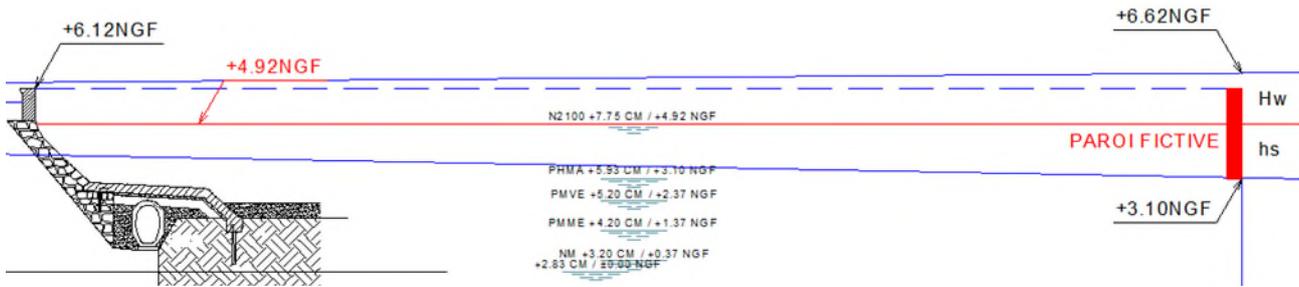


Figure 34. Vague déferlante sur un mur vertical

Soit une pression totale correspondant à la somme de la pression hydrostatique, qui est la force de pression de la hauteur d'eau instantanée, et de la pression dynamique des vagues :

$$R_t = R_D + R_S = \frac{\rho g h_b H_w}{2} + \frac{\rho g}{2} (h_s + H_w)^2 \quad (2)$$

Dans notre cas, on déduit géométriquement les différentes hauteurs grâce au logiciel de dessin.



On en déduit les hauteurs suivantes :

$$h_s = 4.92 - 3.1 = 1.82\text{m}$$

$h_b = 7.60\text{m}$  → hauteur d'eau au point de déferlement, à 300m de l'ouvrage

$H_b = 5\text{m}$  → hauteur de la vague au point de déferlement, à 300m de l'ouvrage

$$H_w = [0.2 + 0.58 \times (1.82/7.6)] \times 5 = 1.695\text{m} \quad (1)$$

Hauteur paroi fictive =  $6.12 - 3.1 = 3.02\text{m}$ .

Avec:

- $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

D'où (2) :

$$R_t = R_D + R_S = \frac{1030 \times 9.81 \times 7.6 \times 1.695}{2} + \frac{1030 \times 9.81}{2} (1.82 + 1.695)^2 \quad (2)$$

$$R_t = 127.506 \text{ kN/m}$$

Soit pour la hauteur de paroi fictive de 3.02m, un effort de **42.22 kN/m<sup>2</sup>, soit 4.3t/m<sup>2</sup>**.

### 6.4.2. Effort de soulèvement – Parapet en forme de chasse-mer

L'effort de soulèvement est dû à une différence de pression (différence d'hauteur d'eau) et à lieu seulement pour la réalisation d'un parapet en forme de chasse-mer.

La hauteur d'eau à l'horizon 2100 étant de 4.92m NGF et la houle étant environ de 1.5 à 2.0m au droit de l'ouvrage, on prend comme hypothèse, un niveau d'eau maximale de 6.92m NGF.

La différence de pression est donc liée à la hauteur d'eau au-dessus du porte à faux du chasse-mer situé à 6.12m NGF soit :

$$H_s = 6.92 - 6.12 = 0.8\text{m}$$

$$P = \rho_{\text{eau salée}} \times 0.8 = 8.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Coef dynamique} = 1.2$$

$$P_e = 8.10 \times 1.2 = 9.72, \text{ arrondi à } 10 \text{ kN/m}^2$$

## 7. SOLUTIONS RETENUES – PARTIES COURANTES

### 7.1. GENERALITES

Au terme de la phase EP-AVP, la maîtrise d'ouvrage a retenu les solutions suivantes :

- Parapet en forme chasse mer au droit : du belvédère du phare rouge, et sur l'ensemble du linéaire de la promenade Godet à l'exception des trois autres belvédères et du linéaire au droit de la cale des présidents (zones moins exposées).
- Parapet droit toute épaisseur finition béton lisse au droit des belvédère un, deux et trois ainsi qu'au niveau de la cale des présidents.

Il sera réalisé une semelle poids coulée en place avec des armatures en attente qui permettront de claveter le parapet préfabriqué. La semelle reposera sur un béton de propreté d'au moins 10cm et sur des micropieux permettant de reprendre la portance.

Les micropieux diffusent les charges au rocher, par frottement latéral, étant données les mauvaises caractéristiques de portance du sol et la proximité du perré en pente considéré comme un talus.

Au vu des sondages réalisés sur l'ensemble du secteur C et D, nous pouvons d'ores et déjà prévoir la réalisation de fondation profonde sur l'ensemble du linéaire. Néanmoins, nous pouvons optimiser la longueur des micropieux, en fonction de zones dans lesquelles la hauteur d'altérites micaschisteuses sont similaires.

**Dans les cas particuliers du belvédère centrale et du belvédère du phare rouge avec la présence de locaux sous les ouvrages induit de prévoir un dispositif d'ancrage particulier qui sera étudié plus précisément en stade PRO.**

### 7.2. DEFINITION DES ZONES

Grâce aux sondages géotechniques, nous pouvons à ce stade définir les zones suivantes pour le dimensionnement des micropieux :

- Zone A :
  - o Niveau supérieur de la chaussée : +6.70m NGF
  - o Toit de l'altérite micaschisteuse : +3.50m NGF
  - o Toit du rocher micaschiste : +2.35m NGF
  - o Linéaire total concerné : env. 144.60m
- Zone B :
  - o Niveau supérieur de la chaussée : +7.00m NGF
  - o Toit de l'altérite micaschisteuse : +3.60m NGF
  - o Toit du rocher micaschiste : +0.60m NGF
  - o Linéaire total concerné : env. 54.40m
- Zone C :
  - o Niveau supérieur de la chaussée : +6.70m NGF
  - o Toit de l'altérite micaschisteuse : +2.80m NGF (pas de prise en compte de l'altérite)

- Toit du rocher micaschiste : +2.80m NGF
- Linéaire total concerné : env. 181.0m

Le repérage des zones est donné en annexe A du présent rapport.

**Nota : l'interprétation de l'évolution des stratigraphies entre les sondages réalisés lors de la campagne géotechnique de Kornog est à confirmer par le géotechnicien dans le cadre de sa mission G2 AVP.**

La définition des zones permet d'optimiser les fondations et principalement la longueur des pieux et leur forage dans le rocher micaschiste. A ce stade, le prédimensionnement des ouvrages est le suivant :

Zone	Diamètre du micropieu	Longueur de forage dans le rocher	Longueur totale du pieu
A	Ø200mm	2.50m	env. 5.30m
B	Ø200mm	1.80m	env. 6.40m
C	Ø200mm	3.00m	env. 5.30m

### 7.3. DISPOSITIF PARAPET - CHASSE-MER

La zone étant exposé à de forte houle lors d'événement de tempête, nous proposons la réalisation d'un parapet de type chasse-mer.

Compte tenu des sollicitations définis ci-dessus, nous proposons le prédimensionnement des fondations suivantes :

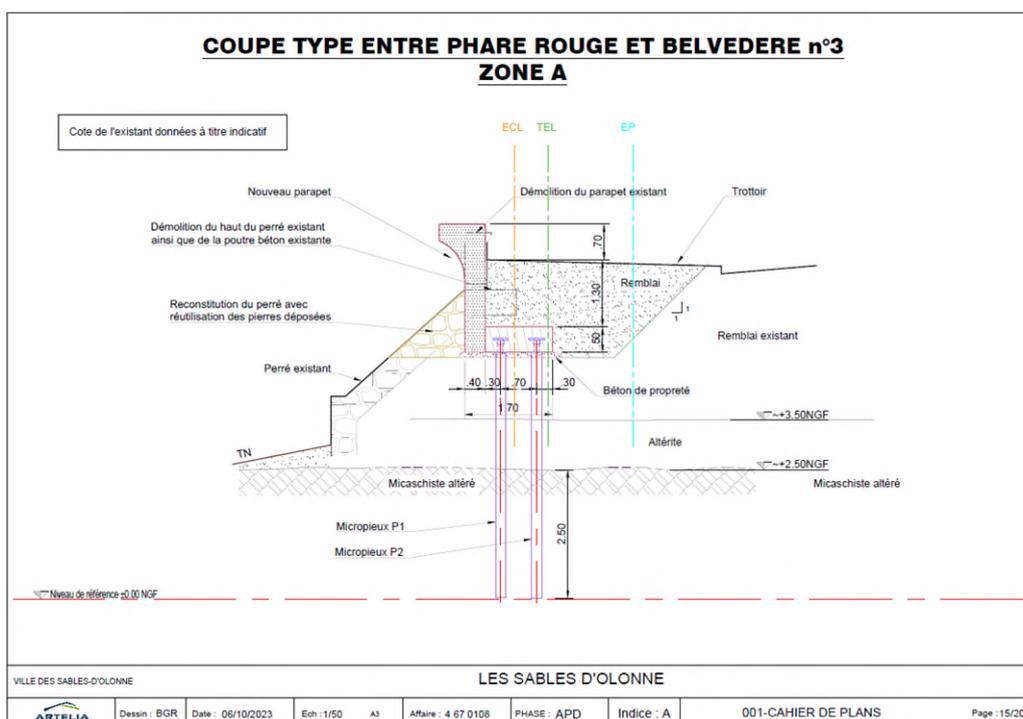
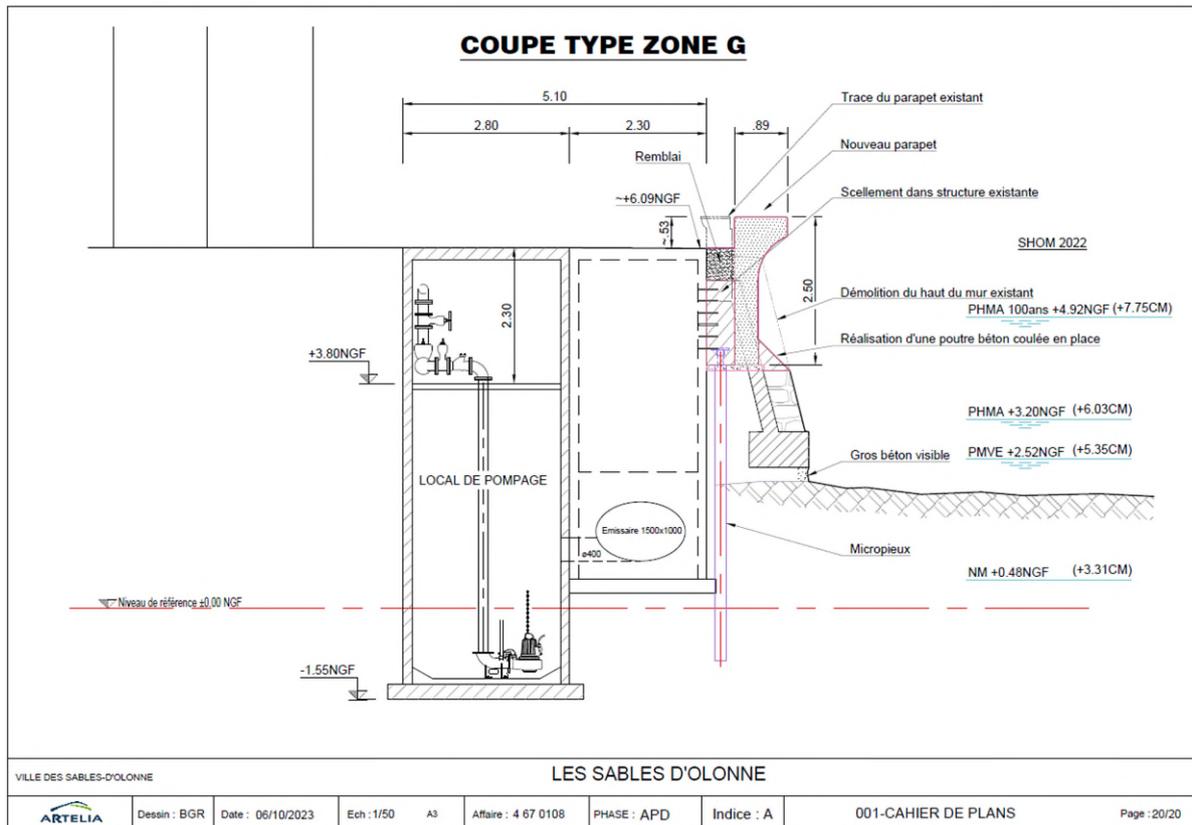


Figure 35. Visualisation du système de fondation pré dimensionné

## 8. SOLUTIONS ENVISAGEES - POINTS SINGULIERS

### 8.1. BELVEDERE DU PHARE ROUGE

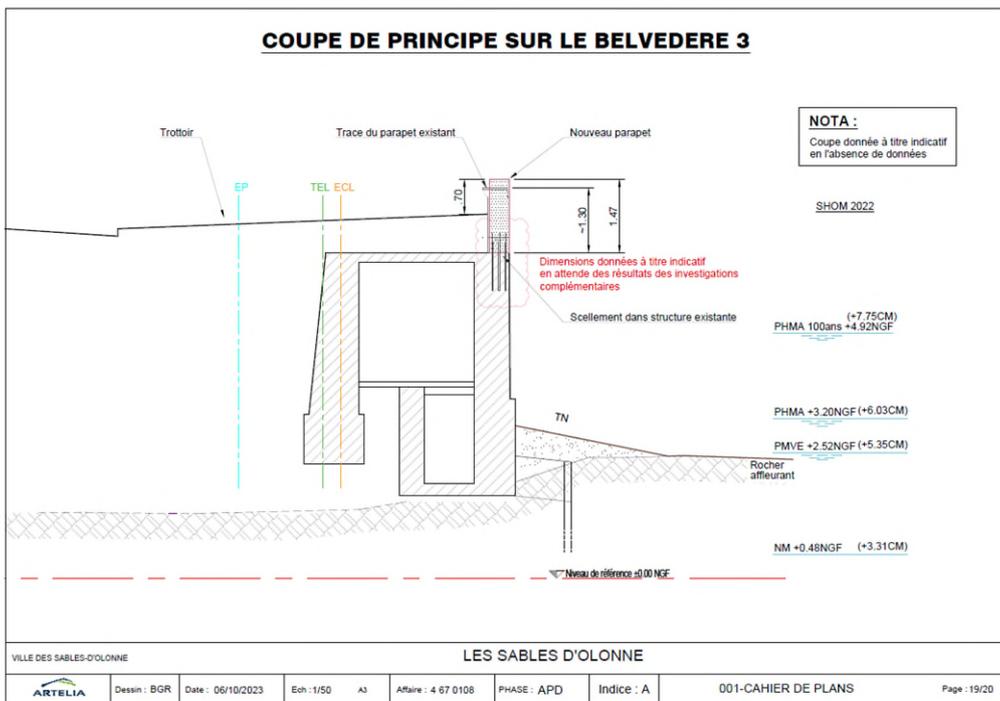
Le belvédère du phare rouge étant un site exposé aux fortes houles, la maîtrise d'ouvrage souhaite mettre en œuvre un parapet en forme chasse-mer. Afin de garantir une bonne transition entre les chasse-mer mis en œuvre sur la partie Clémenceau, nous garderons une même hauteur du parapet par rapport à la chaussée de 0,50m. Cependant, les ouvrages de gestion d'eau pluviale contraignent particulièrement la zone ; plusieurs adaptations du parapet seront à étudier en phase PRO afin de prendre en considération la diversité des configurations. A ce stade, et en attente des investigations complémentaires permettant de définir les épaisseurs du mur poids existant, nous proposons la solution de principe suivante :



### 8.2. BELVEDERE CENTRAL

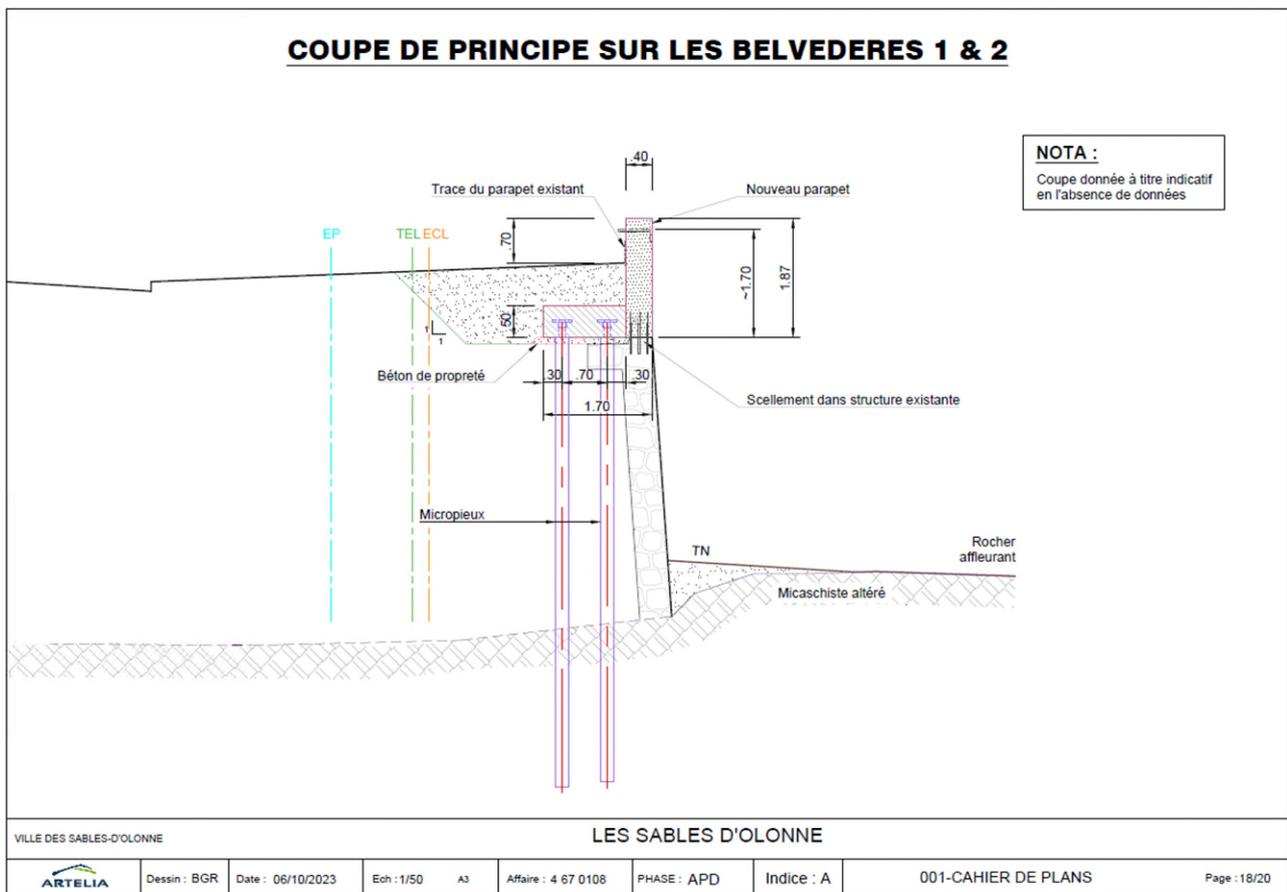
La solution retenue au droit des autres belvédère est un parapet droit avec une finition béton lisse ( finition identique à celle des parapet chasse-mer). La hauteur des parapets par rapport à la chaussée est fixée à 0 ,70m (cf. §4.12).

Le système de fondation actuel est donné à titre indicatif. Si nous envisageons d'ancrer le nouveau parapet dans le mur béton actuel, nous devons nous assurer de la pérennité du béton existant en réalisant des analyses chimiques et mécaniques pour identifier la résistance caractéristique du béton et son intégrité.



### 8.3. AUTRES BELVEDERE

La solution retenue au droit des autres belvédère est un parapet droit avec une finition béton lisse ( finition identique à celle des parapet chasse-mer). La hauteur des parapets par rapport à la chaussée est fixée à 0,70m (cf. §4.12).



## 8.4. EQUIPEMENTS

### 8.4.1. Escalier belvédère du phare rouge



Un élargissement de l'escalier au niveau du phare rouge a été évoqué lors de la réunion de démarrage. Cela permettrait de supprimer la barrière entre l'actuel escalier et le phare rouge et d'améliorer l'accès à la plage.

### 8.4.2. Escalier du deuxième belvédère

Pour mémoire, les marches en granit sont fracturées au niveau des scellements des montants de garde-corps à cause de la corrosion.

Nous proposons à la maîtrise d'ouvrage d'intégrer les travaux de réparation des escaliers suivants :

- Remplacement des marches fracturées,
- Remplacement des marches en béton par des pierres de granit,
- Remplacement du garde-corps avec fixations à l'anglaise (identique au belvédère 3).

## 9. ORGANISATION DES TRAVAUX

### 9.1. CONTRAINTES PARTICULIERES

Les principales contraintes sont liées aux réseaux situés sous le belvédère du phare rouge.

En accord avec les concessionnaires, les réseaux qui nécessiteront un dévoiement devront être maintenus fonctionnels.

L'emprise des travaux nécessitera probablement la fermeture de la piste cyclable en plus du trottoir. La circulation de véhicules sera maintenue. Les piétons seront déviés sur le trottoir d'en face.



## 9.2. PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX

Le principe de phasage des travaux est le suivant pour les ouvrages courant du parapet :

- Réalisation du terrassement et des dévoiements des réseaux,
- Démolition du parapet existant et démontage soigné des moellons du haut du perré,
- Réalisation des fondations,
- Réalisation du nouveau parapet,
- Finition du haut du perré : soit en pierre maçonné (repose des moellons et rejointoiement) soit à l'aide d'une poutre béton coulé en place,
- Finition et repli de chantier.

## 9.3. INSTALLATION DE CHANTIER

L'installation de chantier pourra être réalisé sur le parking proche du belvédère rouge. Cette proposition est à confirmer par la maîtrise d'ouvrage et également les différents raccordements possibles pour l'entreprise.



## 10. ESTIMATION DES SOLUTIONS

### 10.1. PARAPET FORME CHASSE-MER

DEPARTEMENT DE VENDEE LES SABLES D'OLONNE AGGLOMERATION REHABILITATION DU PARAPET DE LA RISBERME						
DQE SOLUTION PARAPET FINITION CHASSE-MER						
					Estimation Maîtrise d'oeuvre	
Numéro de Prix	Descriptif	Unités	Quantités prévues	Prix Unitaire H.T	Montant H.T	
<b>100</b>	<b>PRIX GENERAUX</b>					
101	INSTALLATION DE CHANTIER	Forf.	1,00	150 000,00 €	150 000,00 €	
102	IMPLANTATION ET PIQUETAGE DE L'OUVRAGE	Forf.	1,00	8 500,00 €	8 500,00 €	
103	ETAT DES LIEUX CONTRADICTOIRE	Forf.	1,00	2 000,00 €	2 000,00 €	
104	ETUDES D'EXECUTION	Forf.	1,00	25 000,00 €	25 000,00 €	
105	PAQ, PAE, SOSED ET PROCEDURES	Forf.	1,00	8 200,00 €	8 200,00 €	
106	DOSSIER DE RECOLEMENT	Forf.	1,00	4 000,00 €	4 000,00 €	
107	PANNEAU DE CHANTIER	Forf.	1,00	2 000,00 €	2 000,00 €	
<b>SOUS-TOTAL PRIX GENERAUX</b>						<b>199 700,00 €</b>
<b>200</b>	<b>TRAVAUX PREPARATOIRES</b>					
201	RABOTAGE ENROBES	m2	1910,00	6,00 €	11 460,00 €	
202	DEPOSE MOBILIERS (MATS, BANCS, CANDELABRES, ...)	Ens.	1,00	12 000,00 €	12 000,00 €	
203	DEPOSE REGARDS EAUX PLUVIALES ET MISE EN STOCK	Ens.	1,00	7 000,00 €	7 000,00 €	
204	DEPOSE BORDURES TROTTOIR EXISTANTES	m	394,00	21,50 €	8 471,00 €	
205	DEPOSE PAVES ET MISE EN STOCK	m2	113,00	35,00 €	3 955,00 €	
206	TERRASSEMENT PLEINE FOUILLE ET EVACUATION	m3	2794,00	27,00 €	75 438,00 €	
207	DEMOLITION DES OUVRAGES EXISTANTS	m3	777,00	115,00 €	89 355,00 €	
208	REMBLAIS GNT 0/31,5	m3	2597,00	37,00 €	96 089,00 €	
209	VOIRIE PROVISoire	m2	2427,80	40,00 €	97 112,00 €	
<b>SOUS-TOTAL TRAVAUX PREPARATOIRES</b>						<b>400 880,00 €</b>
<b>300</b>	<b>RECONSTRUCTION DU PARAPET</b>					
301	AMENEE ET REPLI DU MATERIEL POUR EXECUTION DES MICROPIEUX	Forf.	1,00	25 000,00 €	25 000,00 €	
302	MICROPIEUX	U	228,00	1 400,00 €	319 200,00 €	
303	BETON DE PROPLETE	m2	745,00	45,00 €	33 525,00 €	
304	BETON DE STRUCTURE C35/45	m3	412,00	225,00 €	92 700,00 €	
305	ARMATURES POUR BETON ARME	Kg	57624,00	2,80 €	161 347,20 €	
306	COFFRAGE PAREMENT SIMPLE	m2	610,68	80,00 €	48 854,40 €	
307	PARAPET CHASSE MER PREFABRIQUE	ml	400,00	1 800,00 €	720 000,00 €	
<b>SOUS-TOTAL RECONSTRUCTION DU PARAPET</b>						<b>1 400 626,60 €</b>
<b>400</b>	<b>MACONNERIE - EQUIPEMENTS</b>					
401	REPOSE MACONNERIE A PARTIR DES MOELLONS RECUPERE	Forf.	1,00	35 000,00 €	35 000,00 €	
402	ELARGISSEMENT ESCALIER BELVEDERE DU PHARE ROUGE	Forf.	1,00	8 000,00 €	8 000,00 €	
403	REPRISE ESCALIER DU DEUXIEME BELVEDERE	Forf.	1,00	5 000,00 €	5 000,00 €	
<b>SOUS-TOTAL MACONNERIE - EQUIPEMENTS</b>						<b>48 000,00 €</b>
					<b>TOTAL H.T.</b>	<b>2 049 206,60 €</b>
					<b>TVA 20%</b>	<b>409 841,32 €</b>
					<b>TOTAL TTC</b>	<b>2 459 047,92 €</b>

Rapport d'avant projet Définitif

REHABILITATION DU PARAPET DU REMBLAI DES SABLES D'OLONNE SUR LES PROMENADES CLEMENCEAU POUR PARTIE ET GODET

## 11. TABLEAU RECAPITULATIF DES POSTES PRINCIPAUX

ESTIMATION	Récapitulatif
	FINITION CHASSE-MER
Postes principaux	Montants
PRIX GENERAUX	
<i>Installation, frais d'études, implantation</i>	199 700,00 €
TRAVAUX PREPARATOIRES	
<i>Dépose chaussée/trottoir, terrassements, démolitions</i>	400 880,00 €
RECONSTRUCTION DU PARAPET	
<i>Réalisation de la semelle poids et du parapet préfabriqué</i>	1 400 626,60 €
MACONNERIE - EQUIPEMENTS	
<i>Elargissement escalier belvédère du phare rouge, massif candélabre, Reprise des escaliers du belvédère n°2, finitions</i>	48 000,00 €
ALEAS 20%	410 000,00 €
<b>TOTAL H.T.</b>	<b>2 459 206,60 €</b>
<b>TVA 20%</b>	<b>491 841,32 €</b>
<b>TOTAL TTC</b>	<b>2 951 047,92 €</b>



### 13. ACTIONS POUR LA SUITE DES ETUDES

- Relevés d'épaisseurs : Un cahier des charges pour les investigations complémentaires a été transmis à la MOA. La consultation est en cours. Ces investigations nous permettrons de définir les caractéristiques géométriques des belvédères et perré.
- G2 AVP-PRO : En cours de consultation.
- Réseaux : La MOA à préciser lors de notre visite sur site du 04/10/2023 qu'elle allait procéder à la détection des réseaux de classe B pour préciser leurs positionnements. On rappelle également, la nécessité de réaliser une réunion entre la maîtrise d'ouvrage et les concessionnaires pour leur présenter le projet et ce qu'il implique comme impacts au niveau des réseaux et les adaptations pouvant être adoptées par chaque concessionnaires,
- Hauteur du parapet : Une consultation a été réalisé par la MOA afin de demander l'avis d'un contrôleur technique pour se prononcer sur l'aspect sécuritaire concernant la hauteur du parapet.
- Etude hydrodynamique DHI : Les travaux concernent uniquement le parapet. De ce fait, en concertation avec la MOA, nous ne prenons pas en compte l'étude hydrodynamique de DHI.