




Mairie de Loix  
Place du Marché  
17111 LOIX – ILE DE RE

## Mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation du pont de la Tonille à LOIX (17)

### Rapport d'étude de Projet (AVP/PRO)



Agence de NANTES • ZAC des Hauts de Couëron – 24Q rue Jan Palach – 44220 COUERON  
Tél. 33 (0) 2 40 92 18 71 • Fax 33 (0) 2 40 92 06 10 • [cebtp.nantes@groupeginger.com](mailto:cebtp.nantes@groupeginger.com)

<p><b>GINGER CEBTP – Agence de NANTES</b>  ZAC des Hauts de Couéron 3  24Q, rue Jan Palach  44220 COUERON  Téléphone : 02 40 92 18 71  Télécopie : 02 40 92 06 19  Email : <a href="mailto:nantes.cebtp@groupeginger.com">nantes.cebtp@groupeginger.com</a></p>		
<p>A la demande et pour le compte de la :</p> <p style="text-align: center;"><b>Mairie de Loix</b>  Place du Marché  17111 LOIX – ILE DE RE</p>		
<p><b>Dossier n°ONA5.J.0013.0002.PRO</b></p>		
<p><b>Mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation du pont de la Tonille à LOIX (17)</b></p>		
<p><b><u>Rapport d'étude de Projet (AVP-PRO)</u></b></p>		
<p>Rédigé par la chargée d'affaires : <b>C.DEFARD</b>  Tél : 02 40 92 18 71 – <a href="mailto:c.defard@groupeginger.com">c.defard@groupeginger.com</a></p>	<p>Signature</p> 	
<p>Contrôlé par le responsable d'activité : <b>F. GALANTAI</b>  Tél : 02 51 80 64 95 – <a href="mailto:f.galantai@groupeginger.com">f.galantai@groupeginger.com</a></p>	<p>Signature</p> 	
<p>Ce document comprend 46 pages de texte et 3 annexes.</p>		
Indice	Date	Modifications
1	10/02/2022	Première émission
2	17/02/2022	Modification suite aux remarques exprimées par la Mairie de Loix

*A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.*

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE DE L'ETUDE -----</b>	<b>5</b>
1.1	CONTEXTE .....	5
1.2	MISSION.....	5
1.1	OBJET DE L'ETUDE.....	6
<b>2.</b>	<b>DOCUMENTS DE REFERENCE -----</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>SITUATION ACTUELLE -----</b>	<b>8</b>
3.1	LOCALISATION .....	8
3.2	PRESENTATION GENERALE .....	9
3.3	GEOMETRIE .....	10
3.4	PLANS DE L'OUVRAGE EXISTANT.....	11
3.5	ETAT DE L'OUVRAGE .....	13
<b>4.</b>	<b>CONSTRAINTES IDENTIFIEES -----</b>	<b>14</b>
4.1	CONSTRAINTES CADATRALES.....	14
4.2	CONSTRAINTES D'INTEGRATION PAYSAGERE .....	14
4.3	CONSTRAINTES ENVIRONNEMENTALES .....	15
4.4	CONSTRAINTES LIEES AUX RESEAUX .....	20
4.5	CONSTRAINTES LIEES A LA CIRCULATION EN PHASE TRAVAUX .....	20
4.6	CONSTRAINTES LIEES A L'ENVIRONNEMENT MARITIME .....	20
4.7	CONSTRAINTES FONCTIONNELLES DE L'OUVRAGE PROJETE .....	22
4.7.1	<i>Contraintes hydrauliques / maritimes .....</i>	<i>22</i>
4.7.2	<i>Charges d'exploitation.....</i>	<i>22</i>
4.8	DIAGNOSTIC AMIANTE / PLOMB.....	22
<b>5.</b>	<b>DESCRIPTION DE LA SOLUTION RETENUE -----</b>	<b>24</b>
5.1	PRINCIPE GENERAL .....	24
5.2	PROFIL EN LONG .....	24
5.3	PROFIL EN TRAVERS .....	24
5.4	ASSAINISSEMENT ET RECUEIL DES EAUX DE PLUIE .....	25
5.5	FONDATIONS.....	25
5.6	SUPERSTRUCTURE ET EQUIPEMENTS.....	26
5.6.1	<i>Garde-corps.....</i>	<i>26</i>
5.6.2	<i>Etanchéité.....</i>	<i>26</i>
5.6.3	<i>Structure de chaussée .....</i>	<i>27</i>
5.6.4	<i>Longrines.....</i>	<i>27</i>
5.6.5	<i>Bordures de trottoir .....</i>	<i>27</i>
5.7	RESEAUX.....	28
5.8	TRAITEMENT DES RIVES – ENROCHEMENTS .....	29
5.9	PONT PROVISOIRE .....	29
<b>6.</b>	<b>MATERIAUX -----</b>	<b>31</b>
6.1	BETON .....	31
6.2	ACIERS POUR ARMATURES .....	32
6.3	ACIERS – POUR LES PALPLANCHES .....	32
6.4	DEBLAIS.....	33
6.5	REMBLAIS GENERAUX .....	33
6.6	ETANCHEITE .....	33

<b>7.</b>	<b>DESCRIPTION DES TRAVAUX -----</b>	<b>35</b>
7.1	PHASAGE GENERAL.....	35
7.2	DETAILS PAR PHASES .....	36
7.2.1	Travaux préparatoires.....	36
7.2.2	Mise en place de l'ouvrage provisoire .....	37
7.3	TRAVAUX DE DEMOLITION .....	37
7.3.1	Dépose du tablier.....	37
7.3.2	Démolition des appuis – terrassement .....	41
7.4	FONDACTIONS.....	41
7.5	TERRASSEMENT.....	42
7.6	STRUCTURE DE L'OUVRAGE.....	42
7.7	SUPERSTRUCTURE.....	43
7.8	TRAVAUX DE VOIRIE .....	43
7.9	REPLI DU CHANTIER .....	43
7.1	EPREUVES .....	43
<b>8.</b>	<b>ESTIMATION-----</b>	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>PLANNING PREVISIONNEL-----</b>	<b>45</b>
<b>10.</b>	<b>SUITES A DONNER -----</b>	<b>46</b>

## ANNEXES

**ANNEXE 1 : NOTE DE CALCUL**

**ANNEXE 2 : PLANNING PREVISIONNEL**

**ANNEXE 3 : ESTIMATION**

## 1. CONTEXTE DE L'ETUDE

### 1.1 CONTEXTE

A la demande et pour le compte de la :

**Mairie de Loix**  
Place du Marché  
17111 LOIX – ILE DE RE



**Ginger CEBTP – Région Grand Ouest – Agence de NANTES** a réalisé une mission de Maitrise d'Œuvre de réhabilitation du pont de la Tonille sur l'île de Ré à LOIX (17).

Suite au constat d'une dégradation significative de la structure de l'ouvrage, le pont a fait l'objet en octobre 2018 d'une inspection détaillée et d'un diagnostic structurel des pathologies des bétons et des armatures du tablier par l'entreprise Esiris.

Il ressort de ce diagnostic un classement de l'ouvrage en « 3U » suivant la classification IQOA :

	NOTE	OBSERVATIONS
<b>IQOA</b>	<b>3U</b>	L'ouvrage est dans un état de pathologies très avancées avec des désordres structurels importants (poutres porteuses) Il conviendra dans l'immédiat de limiter les charges roulantes. Il est fortement indiqué de procéder à des travaux de réparations/renforcements. Rappelons ici que les concentrations extrêmes en chlorures polluent les bétons et constituent des zones probables et propices à la corrosion.

*Tableau extrait du rapport de diagnostic de 2018, ref : 18BX60143.ind.0*

Il a donc été identifié une urgence à engager une réhabilitation de l'ouvrage par suite d'une insuffisance immédiate ou/et à brève échéance de la capacité portante de l'ouvrage.

C'est dans ce cadre que la ville de LOIX (17) a missionné GINGER CEBTP pour la réalisation d'une mission de maitrise d'œuvre de réhabilitation de l'ouvrage, de la conception au suivi de travaux, jusqu'à la réception des travaux pour pérenniser l'ouvrage.

### 1.2 MISSION

La mission actuelle de GINGER CEBTP est une mission de maitrise d'œuvre pour la réhabilitation du pont en béton armé de la Tonille à LOIX (départ. 17) conformément au devis référencé n°ONA5.J.0020.v1 en date du 05 août 2019, acceptée par retour signé de l'Acte d'Engagement en date du 16 septembre 2019.

Les missions présentées dans la **tranche ferme** comprennent :

- L'étude d'Avant-Projet (AVP-APS), au stade Avant-Projet Sommaire (APS),
- Les investigations complémentaires, à savoir :
  - o La réalisation d'inspections visuelles renforcées,
  - o Le diagnostic des palplanches métalliques,
  - o La réalisation de sondages géotechniques,
  - o Un levé topographique du site.

Les missions présentées dans la **tranche conditionnelle** comprennent :

- Etude de projet (AVP-PRO), comprenant l'Avant-Projet Définitif (APD) et le projet (PRO) ;
- L'assistance pour la passation des marchés de travaux (ACT) ;
  - o ACT - 1ere partie : Dossier de Consultation des Entreprises (DCE),
  - o ACT - 2ème partie : Analyse des offres ;
- VISA ou EXE suivant la complexité des travaux à réaliser ;
- Direction de l'Exécution des Travaux (DET) ;
- Ordonnancement, Pilotage et Coordination du chantier (OPC) ;
- Assistance aux Opérations de Réception (AOR).

La tranche conditionnelle a été affermie et notifiée par OS le 6 avril 2021.

Le présent document a pour objet la phase d'**Etude de Projet (AVP-PRO)**.

## **1.1 OBJET DE L'ETUDE**

La présente étude a pour objectif d'établir :

- Une note de présentation de la solution retenue à l'issue de l'APD : définition des matériaux, synthèse de l'étude géotechnique, description de l'ouvrage et de ses équipements ;
- Une note de phasage et de méthodologie des travaux, qui précisera les sujétions d'exécution de l'ouvrage ;
- Une note de calcul : hypothèses générales, prédimensionnement du tablier ;
- Une estimation financière détaillée avec un avant-métré ;
- Un planning prévisionnel des études et des travaux ;
- Un bilan des suites à donner, notamment concernant l'obtention des autorisations administratives.

## 2. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents remis pour la mission sont les suivants :

- Rapport d'études d'Avant-Projet Définitif – ONA5.J.0013.v3 – octobre 2020
- Diagnostic structurel des pathologies des bétons et des armatures -ESIRIS – Novembre 2018
- Inspection Détaillée – GINGER CEBTP – ONA3.K.0010 - Juillet 2020
- Investigations Géotechniques – GINGER CEBTP - SRO2.K.0046 – mars 2020
- Plan Topographique – SIT&A Conseil – Février 2020
- La demande d'autorisation spéciale au titre des sites classés – Eau-Mega – Avril 2021
- Diagnostic Amiante + Plomb – Bureau VERITAS – Septembre 2021

Textes réglementaires :

- Eurocodes
- Fascicule 62 Titre V

Guides techniques :

- Guide du Setra – Assainissement des ponts-routes
- Guide du Setra – Applications des Eurocodes 0 et 1 pour les ponts et les passerelles

### 3. SITUATION ACTUELLE

#### 3.1 LOCALISATION

L'ouvrage concerné par l'étude est un pont qui permet de franchir un étier sur la commune de LOIX (17), sur l'île de Ré, au lieu-dit de la Tonille sur la pointe du Grouin.

Adresse :

Lieu-dit de la Tonille,

17111 LOIX

Ile de Ré

46°13'34.7"N 1°25'05.1"W



Localisation de la ville de LOIX (source carte IGN [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr))



Localisation de l'ouvrage sur un extrait de carte IGN (source [www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr))



### 3.2 PRESENTATION GENERALE

L'ouvrage objet de cette mission est un pont dalle à nervures étroites en béton armé.



*Photographie de l'ouvrage côté aval (en date du 09/10/2019)*

L'ouvrage peut être décomposé en plusieurs éléments singuliers :

- Un tablier béton armé constitué :
  - o De 2 nervures étroites en béton armé,
  - o D'une dalle en béton armé avec plinthe en partie supérieure.
- Deux culées constituées :
  - o De rideaux de palplanches métalliques fichées dans le terrain,
  - o D'un chevêtre en béton armé positionné en couronnement des rideaux de palplanches et intégrant des murs garde-grève en béton armé.
- De murs en retour constitués :
  - o De rideaux de palplanches métalliques fichées dans le terrain et jointives aux palplanches des culées,
  - o De couronnements en béton armé positionnés en tête des rideaux de palplanches. Ces massifs ont été coulés avec les chevêtres et murs garde-grève.
- D'équipements tels que :
  - o Des garde-corps métalliques,
  - o Un réseau EP positionné (tube PEHD) fixé en rive d'ouvrage côté amont.
  - o Un réseau téléphonique originellement positionné en rive aval, actuellement décroché et courant dans le lit du cours d'eau,



*Photographie du réseau PEHD*



*Photographie du réseau téléphonique*

### **3.3 GEOMETRIE**

Les dimensions de l'ouvrage sont les suivantes :

- Ouverture (distance libre entre les parements de deux appuis successifs) : 6.50 m
- Longueur du tablier : 7.50 m
- Longueur du mur en retour côté rive gauche (sud) : 3.40 m côté aval – 3.35 m côté amont
- Longueur du mur en retour côté rive droite : 3.40 m côté aval – 3.35 m côté amont
- Largeur totale : 3.50 m
- Epaisseur du tablier (dalle + nervure) : 0,70 m environ,
- Epaisseur du tablier total y compris la longrine de garde-corps : 0.93m ;
- Hauteur libre (à marée basse) : 2,00 m environ,
- Hauteur libre (à marée haute) : Inférieure à 1,00 m,
- Hauteur de garde-corps : 1,10 m environ.
- Largeur des poutres : 42 cm
- Hauteur des poutres : 43 cm

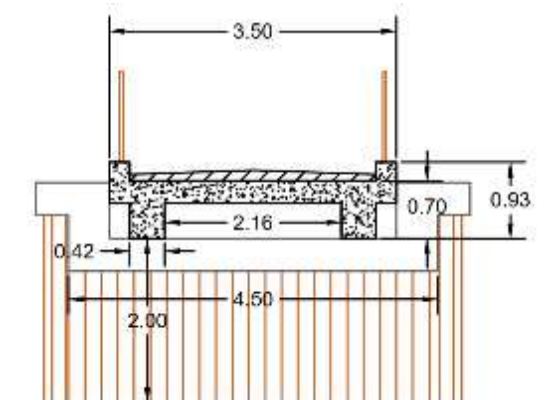
Pentes actuelles sur l'ouvrage :

- Longitudinalement : profil en toit, pente d'environ 0.6% < 1 %
- Transversalement : pente globalement nulle.

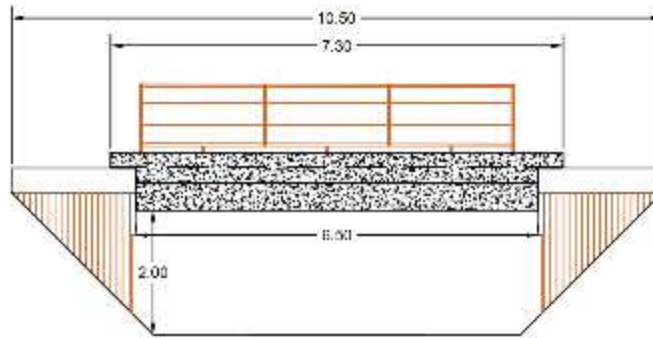


Extrait du plan topographique – Élévation aval

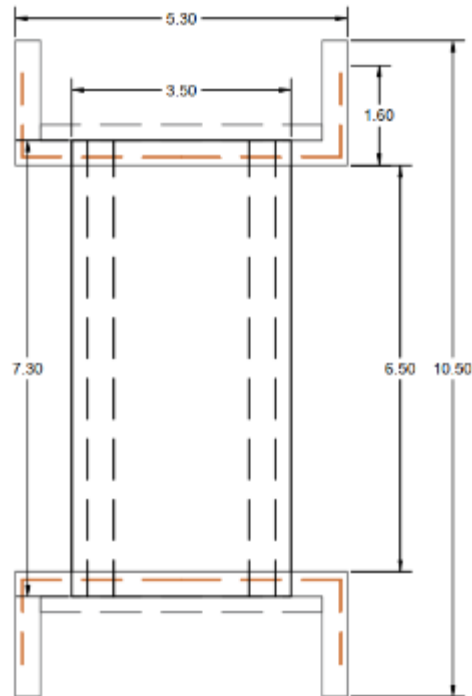
### 3.4 PLANS DE L'OUVRAGE EXISTANT



Coupe transversale de l'ouvrage existant



*Profil en long de l'ouvrage existant*



*Vue en plan de l'ouvrage existant*

Nota : la longueur des murs en retour sur la vue en plan ci-dessous correspondant à la longueur vue de ces derniers.



*Longueur vue des murs en retour*

### 3.5 ETAT DE L'OUVRAGE

Comme indiqué en introduction, les conclusions du diagnostic réalisé en 2018 par l'entreprise Esiris ont motivé le classement de l'ouvrage en « 3U » suivant la classification IQOA, notation associée à des désordres structurels importants. L'IDP complémentaire réalisée en 2020 aggrave la note IQOA en « 3US », la lettre S étant associée à l'urgence d'entreprendre des travaux au regard de la sécurité des usagers. Le diagnostic des palplanches réalisé en 2020 est venu compléter la connaissance de l'état de l'ouvrage.

Ces différentes études permettent de conclure que :

- La structure de l'ouvrage est gravement altérée, ce qui entraîne une réduction significative de sa capacité portante initiale et induit un risque de ruine à court et moyen terme.
- Les bétons sont très fortement pollués par les ions chlorures, du fait des agressions marines, ce qui rend inefficace et inappropriée toute opération de maintenance visant à purger, réparer, traiter ou renforcer la structure de l'ouvrage.
- Les palplanches sont fortement dégradées par la corrosion.
- Les garde-corps de l'ouvrage sont vieillissants et génèrent des risques vis-à-vis des personnes du fait de leur inconformités par rapport à la norme XP-P98-405 (espace supérieur à 15 cm entre les lisses).

**L'état de l'ouvrage est incompatible avec toute opération de réparation ou de réhabilitation. La seule solution à envisager est la démolition / reconstruction de l'ouvrage à l'identique, en tenant compte des normes de conception et de construction en vigueur.**

## 4. CONTRAINTES IDENTIFIEES

### 4.1 CONTRAINTES CADATRALES



*Extrait du plan cadastral – Géoportail*

L'ouvrage est situé entre les parcelles 69 et 203.

Les parcelles 69 (partie sud) ou 203 pourront accueillir les installations de chantier (zones en pointillées sur l'extrait ci-dessus). Leurs propriétaires devront être avisés des travaux et de leur déroulement en amont de la publication du marché.

### 4.2 CONTRAINTES D'INTEGRATION PAYSAGERE

Dans son mail du 10 septembre 2021, la MOA a indiqué que le projet présenté en APD « s'inscrit bien dans l'épure des recommandations émises » par l'ABF et la DREAL. Cependant, « le dossier demande à être précisé dans son contenu avant de pouvoir offrir la garantie d'une bonne intégration paysagère et être présenté en demande d'autorisation spéciale ».

Une autorisation spéciale devra être déposée à l'issue du PRO par la MOA.

Les principes suivants ont été exprimés par les Architectes des Bâtiments de France (ABF) :

- Le garde-corps métallique sera le plus fin possible, en acier mat pour éviter l'effet brillant. Son soubassement pourra être réduit ;
- Les culées seront en béton brut (aucun lissage) ;

- Le tablier sera le plus élargé possible et « strié » dans la masse sur les faces ;
- Les réseaux et câbles seront dissimulés à l'intérieur du tablier.

### 4.3 CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Les contraintes environnementales suivantes ont été identifiées :

- L'ouvrage est situé en zone Natura 2000,
- L'ouvrage permet de franchir un étier et le site se situe en zone humide d'importance internationale (sites Ramsar),
- L'ouvrage se situe dans une zone définie comme « Espace remarquable du littoral »,
- Le site est situé dans le périmètre de Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) type I et II,
- En amont de l'ouvrage, la zone maritime est un parc naturel marin protégé.

Par ailleurs, l'étier franchit par l'ouvrage permet de desservir et d'alimenter des parcs à huîtres situés en amont et en aval. A noter que certains de ces parcs à huîtres sont labellisés Agriculture Biologique et que d'autres sont sous la responsabilité du conservatoire du littoral.

A ce titre, le projet devra intégrer les points suivants :

- Concernant le classement de la zone de l'ouvrage comme « Espace remarquable du littoral » :

Les travaux de réhabilitation de l'ouvrage ne sont pas soumis aux conditions énumérées à l'article R 146-2 du code de l'urbanisme (traitant uniquement des aménagements légers). La réhabilitation de l'ouvrage relève d'une procédure d'autorisation au titre de la déclaration de travaux. Au moment de la délivrance de l'autorisation, il conviendra de vérifier que les conditions définies par la loi littoral et le code de l'urbanisme.

- Concernant la « Loi sur l'eau et le milieu aquatiques » :

Le coût prévisionnel des travaux de réhabilitation de l'ouvrage étant de 300k€ (montant APD), la rubrique 4.1.2.0 de la nomenclature loi sur l'eau s'applique. **Le projet est donc soumis à Déclaration.**

4.1.2.0.	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :	
	1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros	(A)
	2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros	(D)

*Extrait de la nomenclature loi sur l'eau*

→ Concernant la localisation en site classé :

Demande d'autorisation spéciale

Un projet de demande d'autorisation spéciale au titre des sites classés a été rédigée par le cabinet de conseil en environnement Eau-Méga et a été déposée en avril 2021. Les services de l'état ont indiqué « que le projet présenté s'inscrit bien dans l'épure des recommandations émises ». Une demande d'autorisation spéciale complétée sera déposée à l'issue du PRO.

Permis de démolir

Il résulte de l'article R421-3 du code de l'urbanisme qu'« un pont n'est soumis aux formalités du Code de l'urbanisme que s'il est implanté dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité ». La localisation en site classé au code de l'environnement implique qu'un permis de démolir est nécessaire.

→ Concernant le code de l'environnement et l'évaluation des incidences Natura 2000 :

Les travaux sont soumis à une évaluation de ses incidences au titre des articles L.414-1 et suivants du code de l'environnement visant à démontrer l'absence d'effet notable et dommageable sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire, avec le développement de mesures d'évitement, de suppression, ou de réduction des impacts du projet. Un dossier d'évaluation des incidences du projet sur Natura 2000 a été réalisé en avril 2021.

Le dossier d'incidences a identifié un certain nombre de risques concernant le milieu de l'ouvrage, notamment :

- Les rejets de laitance dans le cours d'eau ;
- La présence de plomb dans les garde-corps ;
- Le piétinement des prés salés situés en aval de l'ouvrage (voir carte ci-dessous) ;
- Un risque peu significatif de déstabilisation de la berge ;
- La pollution accidentelle liée au risque d'inondation ou à un défaut d'engins ;
- Un effet repoussoir des travaux sur la faune.





Habitats (Corine Biotope)	
 Vasières (CB:14)	 Eaux stagnantes saumâtres (CB:23.1)
 Prés salés (CB:15.321 x 15.1)	 Bordures de haie (CB:84.2)
 Plages de sable et de galets (CB:16.11 x 17.1)	 Zones urbanisées (CB:86)
 Rochers sans végétation (CB:18.1)	 Zones rudérales (CB:87.2)

Carte 9: Habitats naturels

*Extrait du Dossier d'incidences Natura 2000*

Les mesures envisagées pour éviter, réduire et, au besoin, compenser les conséquences dommageables sur l'environnement sont exposées dans le tableau ci-dessous.

		Incidences avant mesures	Mesures	Incidences après mesures
<b>Effets temporaires</b>				
Effets temporaires sur le milieu aquatique	Qualité physico-chimique		MR 1 : Utilisation de barrage flottant MR 2 : Encapsulation du garde-corps et sciage avec aspiration	
	Tassement de la berge		MR 3 : Limiter le nombre d'accès à l'eau	
	Pollution accidentelle liée au risque inondation		MR 4 : Utilisation d'engins utilisant des huiles biodégradables MR 5 : Veille météorologique et mise à l'abri du chantier	
	Pollution accidentelle liée à un défaut d'engin		MR 4 : Utilisation d'engins utilisant des huiles biodégradables MR 6 Respect des normes en vigueur en matière d'émissions polluantes MR 7 Utilisation d'engin en parfait état de marche et régulièrement entretenus MR 8 : Réduction des consommations de carburant MR 9 : Décontamination des sols pollués et mise en décharge agréée	
Effets temporaires attendus sur le milieu naturel et les sites Natura 2000	Habitats d'intérêt communautaire		ME 1 : Mise en place du nouvel ouvrage côté mer ME 2 : Mise en place des installations de chantier sur des zones rudérales	
	Flore		MR 3 : Limiter le nombre d'accès à l'eau	
	Faune		MR 10 : Début des travaux entre septembre et février	
	Dissémination des espèces invasives			
Effets temporaires attendus sur la sécurité et la protection contre les risques naturels			MR 11 et MR 12 : Sécurité et entretien du chantier	
Effets temporaires attendus sur le voisinage			MR 15 : Réduction des nuisances sonores	

Légende	Fort	Modéré	Faible	Non significatif ou nulle	A ne pas négliger
---------	------	--------	--------	---------------------------	-------------------

*Mesures à prendre en phase travaux – Extrait du dossier d'incidences Natura 2000*

Les nuisances sonores et vibratoires devront être limitées dans la mesure du possible.

Le dossier d'incidence préconise un début des travaux entre septembre et février. La période de réalisation des travaux sera affinée en fonction des prérogatives définies par les divers services de l'état, les acteurs locaux et associations assurant la préservation environnementale du site.

Nota : Les travaux devront dans la mesure du possible se dérouler en dehors de la haute saison touristique.

## Mesure d'évitement 1 et 2

- Zone des travaux
- Base de vie
- Aire de démolition
- Ouvrage provisoire
- Aire de grutage



### Habitats (Corine Biotope)

- |   |   |
|---|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d2b48c; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Vasières (CB:14)                                 | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bordures de haies (CB: 84.2) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #e6e6fa; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Prés salés (CB:15.321x15.1)                      | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Zones urbanisées (CB: 86)    |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f5deb3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Plages de sables et de galets (CB: 16.11 x 17.1) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Zones rudérales (CB: 87.2)   |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #add8e6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Eaux stagnantes saumâtres (CB:23.1)              |   |

*Suggestion de plan d'installation de chantier – Extrait du dossier d'incidences Natura 2000*

#### 4.4 CONTRAINTES LIEES AUX RESEAUX

A la suite de la Déclaration de Travaux, les gestionnaires concernés ont signalé les réseaux suivants :

- Orange : réseau téléphonique qui circule en encorbellement (rive amont). Ce réseau pourrait ne plus être en service, cependant aucun PV de consignation n'est disponible ;
- AGUR-AEP : un réseau d'eau potable (PVC EN 42/50) en encorbellement (rive aval).

**Les réseaux existants devront être dévoyés provisoirement durant les travaux. Ils devront être replacés sur l'ouvrage existant.**

#### 4.5 CONTRAINTES LIEES A LA CIRCULATION EN PHASE TRAVAUX

La Maîtrise d'Ouvrage souhaite maintenir en phase travaux l'accès aux parcs à huîtres pour les ostréiculteurs (tracteurs etc.).

La circulation des cyclistes devra également être maintenue.

Afin de garantir la sécurité des usages, le chantier devra être clôturé et les circulations entre les zones de travaux et les zones de base-vie et de stockage devront être clairement délimitées.

Une signalisation adaptée devra être mise en place (limitation de vitesse, pieds à terre pour les cyclistes etc.)

#### 4.6 CONTRAINTES LIEES A L'ENVIRONNEMENT MARITIME

L'ouvrage se situant dans un environnement marin agressif, il conviendra de réaliser un choix de méthodologies constructives et de matériaux adaptés aux attaques extérieures.

Les travaux en milieux maritimes sont dépendants de plusieurs facteurs naturels tel que les intempéries et cycle des marées.

Aucune information ne nous a été communiquée sur les niveaux des hautes eaux et sur le gabarit hydraulique à respecter pour cet ouvrage. Cependant, le Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) met à disposition des références altimétriques maritimes à Saint-Martin-de-Ré (situé dans un rayon de 5 km de l'ouvrage).

Cote du zéro hydrographique dans le système altimétrique légal : -3.503 m  
Système altimétrique légal : IGN69

	Niveaux de la marée par rapport au 0 hydrographique	Altimétrie
	m	m NGF
Plus Hautes Mers Astronomiques	6,72	<b>3,22</b>
Pleines Mers de Vives-Eaux	6	2,50
Pleines Mers de Mortes-Eaux	4,85	1,35
Niveau Moyen	3,82	0,32
Basses Mers de Mortes-Eaux	2,45	<b>-1,05</b>
Basses Mers de Vives-Eaux	0,95	-2,55
Plus Basses Mers Astronomiques	0,14	-3,36

*Références altimétriques Maritimes à Saint-Martin-de-Ré (SHOM 2020)*

Remarques :

- Ces données ne tiennent pas compte des différences de latitude entre le point de référence et le pont ni l'effet des marais entre la mer et le pont. Ces différences peuvent induire des variations entre les valeurs. Ginger CEBTP ne peut s'engager sur la variation de ces valeurs. Par ailleurs, il est important de rappeler que des surcotes peuvent exister selon la pression atmosphérique, le vent etc. Ces surcotes peuvent aller jusqu'à 1 m (1,5 m lors de la tempête Xynthia).
- Les marées de vives-eaux correspondent aux marées dont le coefficient est supérieur à 70 (environ 2 semaines par mois).
- Plus Haute Mer Astronomique (PHMA) : correspond à un coefficient de marée de 120.

L'intrados de l'ouvrage projeté se situe à la coté de 3.06 NGF. Le lit de l'étier sous l'ouvrage se situe aux alentours de 0.87 NGF.

Le tablier projeté se situe donc en zone de marnage quand on considère les Plus Hautes Mers Astronomiques.

**L'action de l'eau et des vagues sur tablier sera à prendre en considération lors des études d'exécution. Le tablier peut être submergé lors des forts coefficients.**

**Par ailleurs, de l'eau est présente dans l'étier dès que l'on dépasse un coefficient de 50-60. La présence d'eau devra être gérée en phase travaux.**

## 4.7 CONTRAINTES FONCTIONNELLES DE L'OUVRAGE PROJETE

### 4.7.1 Contraintes hydrauliques / maritimes

L'ouvrage devra au minimum assurer le même gabarit hydraulique que l'ouvrage existant.

- Niveau de l'intrados égal ou au-dessus de 2.89 m NGF ;
- Ouverture minimum de 6.50 m.

### 4.7.2 Charges d'exploitation

Le nouvel ouvrage est destiné à supporter un trafic courant composé de véhicules légers, de poids lourds, de piétons et de cycles.

Conformément aux échanges menés avec la MOA à la suite de l'APD, il n'est pas prévu de charges de circulation spécifiques. L'ouvrage devra donc être dimensionné suivant les surcharges réglementaires définies par l'Eurocode 1 et son annexe nationale pour un ouvrage de classe 2 (trafic courant) et une largeur roulable de 3m.

## 4.8 DIAGNOSTIC AMIANTE / PLOMB

Un diagnostic amiante et plomb a été réalisé en septembre 2021.

### **Plomb**

- Prélèvement sur un garde-corps : 0.56 mg/g
- Prélèvement sur une palplanche : < 0.116 mg/g
- ➔ Soit des concentrations inférieures au seuil préconisé dans le code de la santé publique (1.5 mg/g)

## Amiante

Les prélèvements ont été réalisés dans les zones suivantes :



*Extrait du diagnostic amiante.*

Aucune trace d'amiante n'a été repérée.

Remarque :

Aucune analyse d'HAP par couche de chaussée n'a été réalisée. L'Entreprise devra réaliser ses analyses en phase travaux afin de déterminer les modalités de son évacuation (recyclage, ISDND, ISDD etc.).

## 5. DESCRIPTION DE LA SOLUTION RETENUE

### 5.1 PRINCIPE GENERAL

A l'issue du rapport AVP, il est acté que l'ouvrage de remplacement sera autant que possible similaire à l'ouvrage existant et que son mode de fondation sera similaire.

L'ouvrage sera de type « **Dalle béton armé (PSDA)** ». Le tablier sera fondé sur des palplanches et encastré sur des chevêtres en béton armé.

Il sera localisé au même endroit que l'ouvrage existant. Les nouvelles palplanches seront décalées de 9 cm par rapport aux palplanches existantes afin d'obtenir la portée la plus optimisée tout en assurant une ouverture minimale de 6.50m.

Les rives du tablier seront striées afin de répondre aux exigences de l'ABF.

La note de calcul de pré-dimensionnement est disponible en Annexe 1.

### 5.2 PROFIL EN LONG

L'ouverture entre les nus des palplanches est de 6.50m et la portée est égale à 6.95 m.

L'ouvrage présente longitudinalement un profil en toit avec une pente de 1%.

- Niveau fini de la chaussée dans l'axe de l'ouvrage à mi-travée : 3.73 NGF
- Niveau fini de l'intrados : 3.06 NGF

### 5.3 PROFIL EN TRAVERS

#### **Profil en travers sur ouvrage**

Le profil en travers de l'ouvrage est composé de :

- Une chaussée de 3m de largeur (largeur roulable) ;
- Deux longrines de garde-corps en rive de 30 cm de largeur et 25 cm de hauteur ;
- Deux bordures de type T1 de 12 cm de largeur.

La largeur totale de l'ouvrage est égale à 3.84m.

Le profil en travers présente un profil en toit avec une pente de 1.5%.



Nota : il est conseillé de disposer des bordures le long des longrines de garde-corps car :

- Les bordures permettent de protéger efficacement le révéle d'étanchéité, ce qui renforce son efficacité et sa durée de vie ;
- Elles jouent le rôle de guide-roue et protègent la structure contre les chocs.

### Profil en travers hors ouvrage au niveau des murs en retour

Il n'est pas prévu de prolonger les garde-corps hors ouvrage. Le profil en travers sera composé de la chaussée encadrée par deux bandes enherbées, comme actuellement.

## 5.4 ASSAINISSEMENT ET RECUEIL DES EAUX DE PLUIE

L'ouvrage présentera un profil en travers en toit longitudinalement et transversalement permettant de guider les eaux vers les bords de chaussée et vers l'extérieur de l'ouvrage.

Des drains longitudinaux seront placés le long des bordures dans l'enrobé.

Le projet comprendra la mise en œuvre d'un nouveau complexe d'étanchéité et d'un système de récupération des eaux aux abouts.

## 5.5 FONDATIONS

Les fondations ont été étudiées dans le rapport G2 PRO de janvier 2022.

Leur conception est similaire aux fondations existantes : soutènement en palplanches, faisant office de fondations profondes, surmontées d'un chevêtre en béton armé.

Les palplanches présenteront une longueur totale de 9m décomposées de la façon suivante :

- Hauteur vue : variable de 0 à 2.20 m (soit la même hauteur vue que l'ouvrage existant) ;
- Hauteur dans les remblais et l'argiles : de 4.4m à 6.6m ;
- Hauteur d'ancrage dans la couche porteuse (formation n°3 : Marno-calcaire) : 2.4 m dans la formation porteuse

Formation	Profondeur du toit (m/TN)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$E_m$ (MPa)	$pl^*$ (MPa)	$\alpha$ (-)	$q_s$ (kPa)	$k_p$
0 - Remblais d'apport *	3,6	18	10	1	1/3	0*	-
1b - Remblais lâches	0,8	18	3	0,2	1/2	0*	-
2 - Argile vasarde	0,6	18	3	0,2	2/3	0*	-
3 - Marno-calcaire	-3	20	115	4,4	1/3	90	0,5

*Modèle géotechnique retenu pour les fondations – Extrait du rapport G2 PRO*

Type de fondation	Classe - Catégorie	Surface en pointe (m <sup>2</sup> /ml)	Périmètre (m/ml)
Rideau de palplanches PU18	7 - 16	0,16	1,3

*Caractéristiques des palplanches – Extrait du rapport G2 PRO*

## 5.6 SUPERSTRUCTURE ET EQUIPEMENTS

Nota : il n'est pas prévu de joints de dilatation.

### 5.6.1 Garde-corps

Les garde-corps devront être conformes à la norme NF EN 98-405. Ils devront présenter une hauteur minimale de 1m.

Conformément à la demande de l'ABF, les garde-corps seront en acier autopatinable. L'utilisation d'acier autopatinable (appelé également « Corten », nom commercial) implique :

- Un surcoût lié à la prise en compte d'une épaisseur sacrificielle de l'ordre de 1 mm sur toutes faces exposées ;
- Une augmentation significative de la durabilité des garde-corps, en ralentissant la corrosion ;
- Une esthétique particulière : teinte rouille.



*Exemple de passerelle et de garde-corps en acier autopatinable*

### 5.6.2 Étanchéité

L'étanchéité sera composée de feuilles bitumineuses préfabriquées. Les chapes d'étanchéité seront conformes aux stipulations du dossier STER 81 du SETRA et au fascicule 67 du CCTG titre premier. Les complexes devront bénéficier d'un avis technique favorable et valide du CEREMA.

### 5.6.3 Structure de chaussée

#### **Chaussée sur ouvrage**

La chaussée sur ouvrage sera constituée d'une épaisseur de 5 cm d'enrobé au minimum (trafic faible). Son épaisseur sera variable afin de former les pentes sur l'ouvrage. L'épaisseur moyenne d'enrobé sur l'ouvrage est égale à 8 cm.

Le type d'enrobé sera choisi afin d'offrir une bonne adhérence au véhicule, de drainer correctement les eaux, et de réduire les nuisances sonores liées au trafic.

Nota : L'épaisseur d'enrobé pourra être optimisée en fonction des prescriptions de l'Avis Technique du produit d'étanchéité.

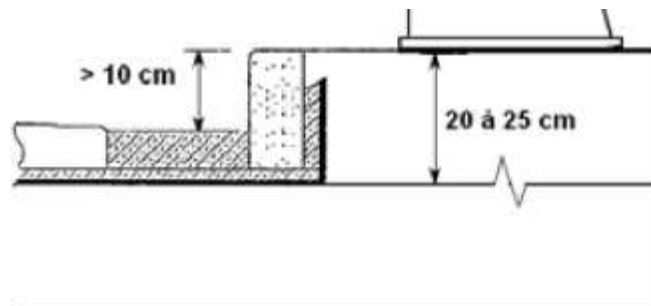
#### **Chaussée hors ouvrage**

La chaussée hors ouvrage au niveau des murs en retour sera composée :

- D'une couche de forme en GNT 0/31.5 sur 30 cm d'épaisseur ;
- D'une couche d'assise en grave bitume GB3 de 14 cm d'épaisseur minimale ;
- D'un béton bitumineux semi grenu 0/10 de 5 cm d'épaisseur en couche de roulement.

### 5.6.4 Longrines

Les longrines de garde-corps seront réalisées en béton armé et présenteront une épaisseur de 25 cm, incluant une hauteur minimale de 10 cm pour le relevé d'étanchéité.



*Représentation schématique de la rive (bordure, longrine et relevé d'étanchéité)*

### 5.6.5 Bordures de trottoir

Les bordures de trottoir préfabriquées seront titulaires de la marque NF-Bordures et caniveaux en béton. Elles seront préfabriquées de type T1 et posséderont les caractéristiques physiques et mécaniques prévues pour la classe B, conformément à la norme NFP 98.302.

## 5.7 RESEAUX

Les réseaux présents sur l'ouvrage existant doivent être replacés sur l'ouvrage projeté. Par ailleurs, la MOA souhaite que des fourreaux en attente soient prévus (mail du 10/09/2021).

A ce stade du projet, il est donc prévu :

- Réseau TEL : 1 fourreau Ø40mm ;
- Réseau AEP : 1 fourreau PVC Ø200mm
- Fourreaux en attente : 2 fourreaux Ø40mm.

Plusieurs solutions sont possibles afin d'assurer le passage des réseaux :

- Passage sous l'intrados ;
- Passage dans la masse de la dalle.

Le passage sous l'intrados des réseaux les rend visibles, comme c'est le cas actuellement, et cette disposition facilitera leur entretien.

Le passage dans la masse de la dalle permet de rendre invisibles les réseaux. Elle requiert une adaptation du ferrailage mais ne constitue pas un obstacle à la préfabrication. Cependant, elle présente le désavantage de rendre inaccessible les fourreaux pour des opérations de maintenance.

Comme le préconise l'ABF, le passage dans la masse de la dalle est privilégié à ce stade de l'étude.

Le tirage des réseaux dans les nouveaux fourreaux nécessitera une coordination avec leur gestionnaire en phase travaux.

Aucune chambre de tirage n'est prévue dans le présent projet.

Remarque : Si un passage en encorbellement était souhaité, ou rendu nécessaire par les caractéristiques des réseaux à passer (augmentation du diamètre), une corniche en acier autopatinable pourrait être envisagée.

## 5.8 TRAITEMENT DES BERGES – ENROCHEMENTS

Des enrochements sont présents côté amont/mer. Ils proviennent probablement de l'ouvrage provisoire mis en place à cet emplacement lors de la réalisation de la digue. Ils seront laissés en place.

Côté aval/marais, les berges sont composées de terre et de végétation.

## 5.9 PONT PROVISOIRE

L'installation d'un pont provisoire sera la 1<sup>ère</sup> étape du chantier. Il est en effet requis par la maîtrise d'ouvrage de rendre possible la desserte des cabanes ostréicoles et des cyclistes.

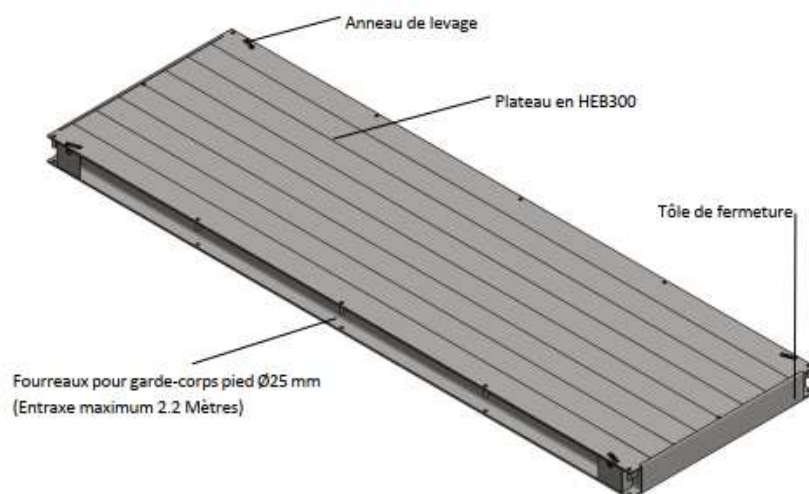
Le pont provisoire sera installé côté amont – mer.



*Position projetée du pont provisoire*

Il sera constitué d'un plateau en profilés métalliques soudés entre eux. Il reposera sur les enrochements existants. Leur stabilité sera à démontrer par le titulaire des travaux.

Le poste de pont provisoire devra prévoir la location ainsi que la pose et la dépose à la grue de la structure. Des équipements devront également être mis en place pour garantir la sécurité des usagers (garde-corps etc.).



*Exemple d'un plateau d'ouvrage provisoire*



*Exemple de pont provisoire*

## 6. MATERIAUX

### 6.1 BETON

Classes d'exposition :

- Carbonatation : **XC4 pour appuis (chevêtres) et tablier, y compris superstructures** (XC3 acceptable pour la face supérieure du tablier car protégée par l'étanchéité).
- Exposition aux chlorures (XD) : sans objet car salage peu fréquent (nombre de jours de salage par an inférieur à 10).
- Exposition aux chlorures d'origine marine (XS) : on considère une partie d'ouvrage située entre 0 et 500 m de la mer : **XS3** pour l'ensemble de l'ouvrage.
- Exposition au gel/dégel : **XF1 pour appuis et tablier y compris superstructures** (gel faible ou modéré et salage peu fréquent).
- Exposition aux attaques chimiques : **XA2 pour les appuis** et sans objet pour tablier.
  - Alkali-Réaction :
    - Type d'ouvrage : II
    - Classe d'environnement (exposition à l'humidité) : 4 – environnement marin
    - Niveau de prévention : B minimum
  - Réaction Sulfatique Interne :
    - Catégorie d'ouvrage : II
    - Classe d'exposition : XH3
    - Niveaux de prévention : Cs

Selon la norme NF EN 206-1 et au vue des classe d'exposition rencontrées, le béton utilisé sera un **C35/45** minimum.

	C35/45
$f_{ck}$	35 MPa
$f_{ck, cube}$	45 MPa
$f_{cm}$	43 MPa
$f_{ctm}$	3.2 MPa
$f_{ctk, 0.05}$	2.2 MPa
$f_{ctk, 0.95}$	4.2 MPa
$E_{cm}$	34.1 GPa
$E_{cm, diff}$	11.4 GPa
$\epsilon_{c1}$	2.25 ‰
$\epsilon_{cu1}$	3.50 ‰
$\epsilon_{c2}$	2.00 ‰
$\epsilon_{cu2}$	3.50 ‰
$n$	2.00
$\epsilon_{c3}$	1.75 ‰
$\epsilon_{cu3}$	3.50 ‰

Remarques :

- Un béton C20/25 pourra être utilisé en tant que béton de propreté.
- Les enrobages seront déterminés selon l'Eurocode 1992-1-1 et son annexe nationale.
- On limitera les ouvertures de fissures à 0.3 mm. On limitera donc les contraintes normales de traction dans les armatures passives du hourdis à 300 MPa sous ELS Fréquent ( $1000 \cdot W_{max}$ , méthode simplifiée de l'Eurocode).

## 6.2 ACIERS POUR ARMATURES

Elles devront être conformes aux normes NFA 35-016, NFA 35-017, NFA 35-019-1 et au fascicule 4 titre I du C.C.T.G. Seuls les aciers de la nuance Fe E 500 devront être utilisés.

## 6.3 ACIERS – POUR LES PALPLANCHES

Les palplanches seront de résistance S 355 GP et de couleur « rouille ».

Zone	Longueur (m)	Cote (NGF)	Ep. sacrifiée côté terre (mm)	Ep. sacrifiée côté fouille (mm)	Ep. corrosion totale (mm)	Produit d'inertie de l'écran $E_{I_{corrodé}}$ (kN.m <sup>2</sup> )
Chevêtre	1,15	2,45	Sans objet			
A/F	1,2	1,25	1,75	3,75	5,5	41 265
B/F	0,25	1	1,75	1,75	3,5	55 776
E/G (AV)	3,4	-2,4	1,75	1,75	3,5	55 776
E/G (MC)	3	-4,4	0,6	0,6	1,2	72 471

*Epaisseur d'acier sacrifiée à la corrosion – Extrait du rapport G2 AVPéaQ<XQDSAZR32*



## 6.4 DEBLAIS

L'Entrepreneur aura à sa charge la recherche des lieux de décharge, les autorisations administratives nécessaires à son exploitation, ainsi que les frais d'utilisation et d'entretien des lieux.

## 6.5 REMBLAIS GENERAUX

Les matériaux utilisés en purge ou en remblayage des fouilles, ainsi qu'en remblais doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Grave naturelle ;
- Classification G.T.R. : D1, D2, B1, B3 ;
- Granulométrie continue 0/50 mm max et 0/20 mm min ;
- Angle de frottement > 35 ;
- $0.1 \geq VBS$  ;
- Teneur en eau permettant d'atteindre 100% OPN (teneur en eau optimale).

Le P.A.Q. précisera les conditions de réception des matériaux pour remblais dans le respect des spécifications du Marché. Dans le cadre de son contrôle interne, l'entrepreneur effectuera au minimum les essais suivants :

- Analyse granulométrique
  - Valeur du bleu
  - Mesure de la teneur en eau
- } pour 500 m<sup>3</sup> de matériaux mis en place.

## 6.6 ETANCHEITE

Les chapes d'étanchéité seront conformes aux stipulations du dossier STER 81 du SETRA et au fascicule 67 du CCTG titre premier. Les complexes devront bénéficier d'un avis technique favorable et valide du CEREMA.

Le complexe sera constitué comme suit :

- Un bouche pores,
- Une couche d'accrochage au béton de ciment (enduit bitumineux d'imprégnation à froid au dosage de 200 à 250 grammes par mètre carré),
- Une première couche d'étanchéité par feuilles préfabriquées à base de bitume modifié par polymères et armé,
- Une deuxième couche en asphalte coulé gravillonné procurant une deuxième couche de matériau imperméable et une protection mécanique de l'étanchéité.

En ce qui concerne les feuilles préfabriquées elles devront avoir fait l'objet de la procédure d'appréciation du L.C.P.C. avec résultats favorables.

Les relevés seront assurés par des feuilles préfabriquées.

## 7. DESCRIPTION DES TRAVAUX

### 7.1 PHASAGE GENERAL

Le principe retenu à l'issue du rapport APS v3 est la déconstruction de l'ouvrage, y compris de ses fondations, et sa reconstruction au même emplacement.

Les travaux prévus n'empiéteront pas dans le cours d'eau mais prévoient des travaux au-dessus de ce dernier. Il sera donc nécessaire de le protéger contre les pollutions et les chutes de matériaux.

Le principe retenu dans le présent rapport est celui de la préfabrication partielle. Une préfabrication totale pourrait également être proposée par le titulaire des travaux.

#### Travaux préparatoires :

- Mise en place des protections de l'environnement préconisées ;
- Mise en place de l'ouvrage provisoire ;
- Raccordement des chaussées provisoires ;
- Mise en place de la signalisation provisoire.

#### Déconstruction

- Mise à nu de l'ouvrage ;
- Mise en place de la grue ;
- Grutage du tablier vers l'aire de démolition ;
- Démolition des chevêtres ;
- Terrassement ;
- Recépage des palplanches ;

#### Reconstruction

- Mise en œuvre des nouvelles palplanches ;
- Remblaiement partiel ;
- Réalisation des chevêtres et des poutres de couronnement ;
- Pose de la prédalle par grutage ;
- Ferrailage du tablier et de l'encastrement ;
- Bétonnage en place du tablier ;
- Remblaiement complémentaire ;
- Mise en place des superstructures et des équipements.

## Voierie

- Raccordement aux voiries existantes ;
- Démolition des chaussées provisoires.

## Finitions

- Réalisation des épreuves sur le nouvel ouvrage ;
- Dépose de l'ouvrage provisoire et démolition des semelles ;
- Repli des installations ;
- Nettoyage du site.

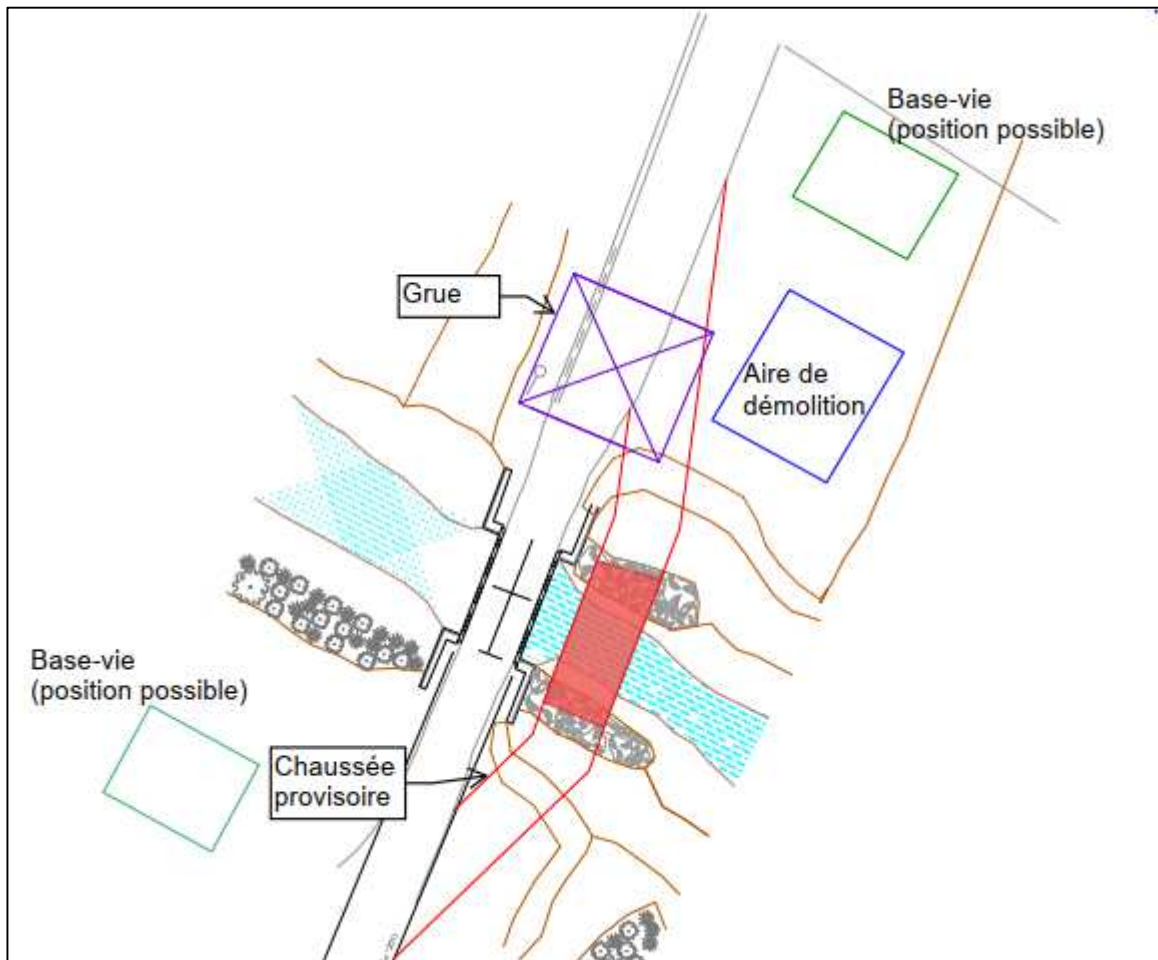
## 7.2 DETAILS PAR PHASES

### 7.2.1 Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires comprennent :

- La réalisation d'un constat d'huissier ;
- Les installations de chantier – base vie (bungalows, panneau, clôtures, ...)
- La mise en place de la signalisation du chantier
- Le piquetage des réseaux dans la zone du chantier, y compris aire de démolition et aire de grutage.
- La gestion des réseaux :
  - o Pour le réseau Telecom : mise en sécurité du réseau et dévoiement du réseau (réseau souple).
  - o Pour le réseau AEP : un dévoiement provisoire devra être réalisé par ses gestionnaires en amont des travaux. Il sera réalisé en aérien côté marais. L'intervention de gestionnaires doit être anticipée.

Conformément aux prescriptions du dossier d'incidence, les installations de chantier devront être installées dans les zones rudérales.



*Schéma d'installation*

### 7.2.2 Mise en place de l'ouvrage provisoire

La mise en place de l'ouvrage nécessite la réalisation des étapes suivantes :

- Amenée du tablier sur site et pose à la grue ;
- Préparation du tablier (pose d'équipement) ;
- Réalisation des chaussées provisoires.

## **7.3 TRAVAUX DE DEMOLITION**

### 7.3.1 Dépose du tablier

Dans un premier temps, les éléments non structuraux présents sur le tablier seront déposés et évacués. Cette opération comprend :

- Le rabotage des enrobés et de l'étanchéité de la chaussée ;
- Le sciage à l'horizontale en leur base des garde-corps.

Cette opération a pour but d'alléger l'ouvrage avant son grutage.

Estimation du tonnage de l'ouvrage mis à nu :

$$1.42 \text{ m}^2 \times 7.30 \text{ m} = 10.37 \text{ m}^3$$

$$10.37 \text{ m}^3 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 260 \text{ kN} = 26\text{t}$$

$$26\text{t} \times 1.1 \text{ (coefficient de sécurité)} = \mathbf{28.6\text{t}}$$

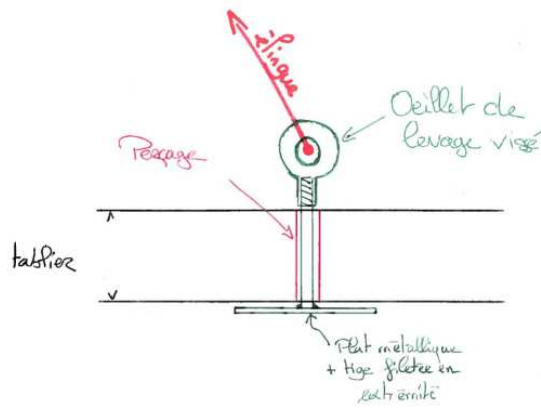
Conformément aux prescriptions de l'étude environnementale et étant donné la topographie du lieu, la grue ne peut être implantée que sur la zone gravillonnée située au nord-est de l'ouvrage (rive amont). La grue s'implantera sur la chaussée existante, dans l'alignement de l'ouvrage, permettant ainsi de minimiser la portée. Afin de ne pas surcharger les murs en retour, la grue sera reculée d'au moins 3.50 m de ces derniers. La circulation sur l'ouvrage provisoire sera interrompue lors de cette opération.

La portée est d'environ 13.5 m. Pour un tonnage d'environ 29t, une grue mobile de capacité au moins égale à 160t sera nécessaire.

Les élingues seront fixées sur l'ouvrage, soit par l'intermédiaire de percements (passage d'élingues dans le tablier), soit par l'intermédiaire d'œillets de levage.



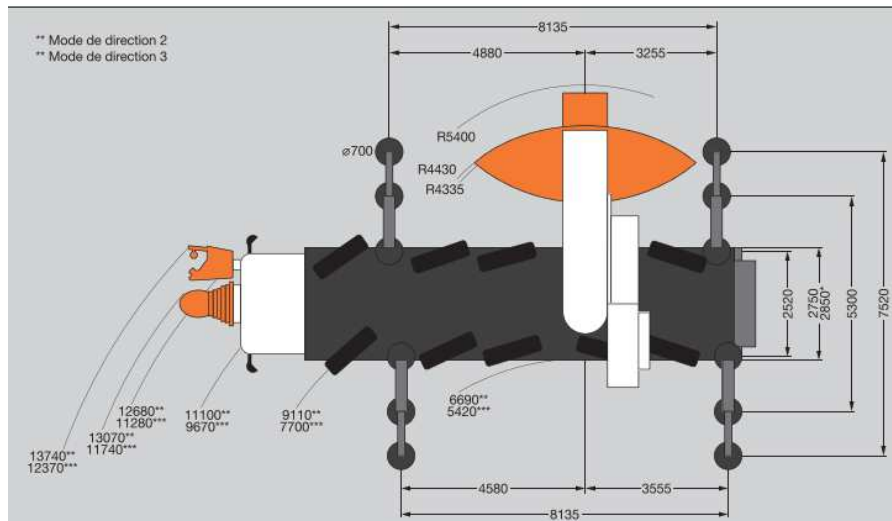
*Exemple d'évacuation par grutage avec passage des élingues dans le tablier*



Exemple de fixation de l'élingue sur le tablier

46,0 t		8,14 m x 7,50 m														360°		ISO	
12,4m * 12,4m		16,5m	20,6m	24,7m	28,8m	32,9m	37,0m	41,1m	45,2m	49,2m	53,3m	57,5m	61,6m	68,0m					
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	m			
3	160,0**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3			
3	111,0	111,0	108,0	102,0	90,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3			
4	95,9	95,7	93,0	90,5	85,9	71,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4			
5	84,0	82,6	81,6	79,3	77,3	71,2	54,6	-	-	-	-	-	-	-	-	5			
6	74,3	72,5	72,7	70,6	68,7	66,5	54,6	43,2	-	-	-	-	-	-	-	6			
7	65,7	64,3	65,0	63,6	61,8	61,1	52,4	43,2	34,3	-	-	-	-	-	-	7			
8	57,4	57,4	58,3	57,8	56,1	55,5	49,7	42,5	33,5	27,0	-	-	-	-	-	8			
9	47,6	47,6	52,8	52,9	51,3	50,8	46,8	41,3	32,3	26,4	22,1	-	-	-	-	9			
10	-	-	47,8	47,8	47,3	46,9	43,9	40,0	30,7	26,0	21,6	17,3	-	-	-	10			
12	-	-	39,4	38,8	39,5	39,1	39,4	35,9	27,6	24,1	20,7	17,1	14,2	11,9	-	12			
14	-	-	25,2	32,5	32,3	32,2	32,6	31,8	24,5	21,9	19,4	17,0	14,1	11,7	8,6	14			
16	-	-	-	26,4	26,3	27,1	26,6	25,8	21,7	19,7	17,9	16,2	14,0	11,7	8,5	16			
18	-	-	-	18,2	22,9	22,6	22,1	21,3	19,3	17,7	16,2	15,1	13,4	11,7	8,5	18			
20	-	-	-	-	19,5	19,2	18,7	18,0	17,9	15,8	14,7	13,9	12,8	11,4	8,5	20			

Extrait de l'abaque de la grue mobile TEREX DEMAG AC 160-5



Encombrement de la grue mobile TEREX DEMAG AC 160-5

Une fois gruté, l'ouvrage sera déposé sur l'aire de démolition, de traitement et de stockage provisoire des déchets.

Remarques sur l'opération de grutage :

- La stabilité de l'ouvrage au levage au grutage devra être vérifiée.
- L'effet du poids de la grue mobile sur les remblais sera à définir par le titulaire en fonction du modèle de grue adopté. Une étude de la compression maximum obtenue sous les patins de grues devra être réalisée. La compression maximale obtenue sera à faire valider par un géotechnicien dans le cadre de la mission G4 de suivi d'exécution.
- Tout véhicule de plus de 44t est un convoi exceptionnel au sens du code de la route. A titre indicatif, une grue mobile de 160t est un convoi de 2<sup>ème</sup> catégorie.  
Etant donné les travaux réalisés dans la zone (renforcement de la digue en 2018), l'itinéraire jusqu'à l'ouvrage est réputé adapté pour supporter les charges d'un tel convoi.

Une fois déposé sur l'aire de démolition, l'ouvrage sera démoli à l'aide de pelles ou de pinces pour broyer ou cisailer le béton. L'objectif est d'obtenir des éléments béton en granulats de l'ordre de 10 à 15 cm de diamètre au maximum et de pouvoir séparer les aciers. Dans le but de valoriser les produits de déconstruction, et outre les produits de rabotage, il sera envisageable de réemployer les bétons concassés en remblai sur d'autres opérations. Les déchets non réutilisables seront évacués vers les centres de traitement adaptés.



*Exemple de pince à broyer*



*Exemple de déconstruction d'éléments en béton armé et séparation des aciers lors d'une opération de déconstruction*



Remarques sur l'opération de grignotage du tablier :

- A la suite de l'établissement des diagnostics par la maîtrise d'ouvrage en septembre 2021, il est confirmé que l'ouvrage ne contient pas d'amiante. Les procédures ci-dessus seront donc applicables sans moyens de protection spécifique.
- Le grignotage de l'ouvrage sur l'aire de démolition produit de la poussière, qui a des conséquences néfastes sur la santé et sur la visibilité. Pour maîtriser cette nuisance, l'une de bonnes pratiques est l'arrosage des zones émettrices.
- Le recyclage des enrobés sera à réaliser en fonction du taux d'HAP.

### 7.3.2 Démolition des appuis – terrassement

#### **Gestion des eaux**

Les travaux de démolition (et de reconstruction) des appuis devront être réalisés sous la protection d'ouvrages provisoires contre la montée des eaux (batardeaux, pompes). Le débit ne devra pas être modifié par le dispositif (mise en place de buse de dévoiement).

Dans la mesure du possible, cette opération devra être réalisée lors d'une période de mortes eaux (semaine 42, semaine 44, ...).

Dans un premier temps, une plateforme sera créée à environ 0.8 NGF. Depuis cette plateforme, les palplanches existantes seront recépées et évacuées (y compris couronnement en béton). La hauteur recepée sera réduite au minimum, soit à la hauteur nécessaire à la réalisation des nouvelles fondations.

Un soutènement provisoire sera nécessaire pour la tenue des enrochements côté amont.

## **7.4 FONDATIONS**

Les nouvelles palplanches seront implantées selon un axe décalé de 9 cm par rapport aux palplanches existantes. Elles seront mises en œuvre depuis une plateforme réalisée à 0.8 NGF. L'ouvrage provisoire étant présent en amont, les plateformes de travail se situeront nécessairement à l'aval.

Les travaux comprendront :

- La mise en œuvre d'un dispositif de guidage des palplanches ;
- La fourniture des palplanches ;
- La mise en œuvre des palplanches de chaque côté de l'ouvrage et des murs en retour par vibrofonçage ou battage ;
- La réalisation des deux chevêtres ainsi que des poutres de couronnement des murs en retour ;

## 7.5 TERRASSEMENTS

Les travaux de remblaiement à l'intérieur des palplanches côté terre comprendront :

- Le remblaiement des fouilles soigneusement compactées par tranche ;
- La réalisation d'essais à la plaque pour validation des couches de forme.

Les remblais réalisés devront être conformes au §C.2.2,11 du Fascicule 62 titre V pour des remblais soigneusement compactés (pression limite 1 Mpa et module pressiométrique  $E_m = 10$  Mpa)

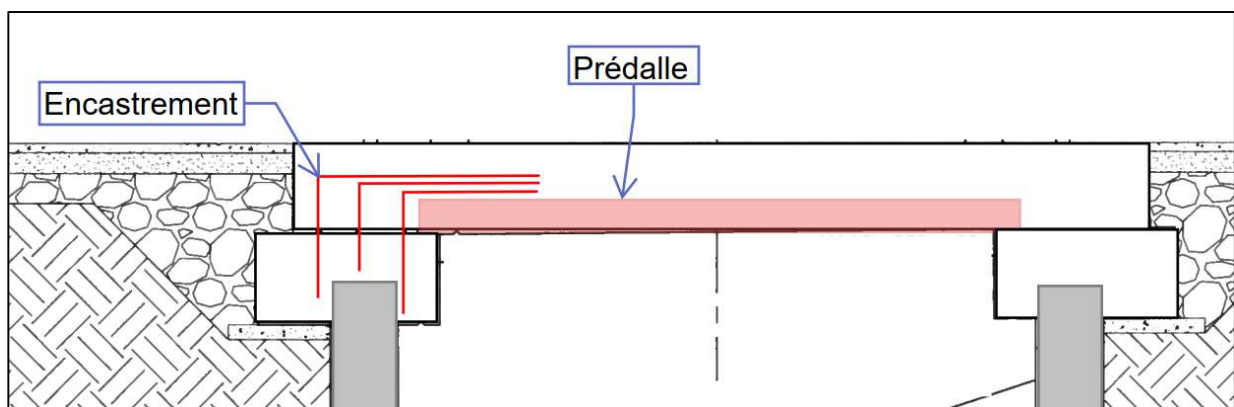
## 7.6 STRUCTURE DE L'OUVRAGE

Les travaux comprendront :

- La mise en place d'une grue mobile ;
- La pose à la grue d'une prédalle ;
- Le coffrage et le ferrailage du tablier ;
- Le coulage en place du tablier ;
- La réalisation du clavetage des poutres de couronnement des murs en retour avec le tablier coulé en place ;
- La réalisation des longrines en béton armé.

La finition sera surfacée lisse afin de recevoir l'étanchéité.

La circulation sur l'ouvrage provisoire devra être interrompue lors de la pose de la prédalle.



*Représentation schématique du mode de réalisation du tablier*

## **7.7 SUPERSTRUCTURE**

Les travaux comprendront :

- La mise en œuvre de l'étanchéité : Elle devra respecter le délai de séchage du béton spécifié par l'Avis Technique du produit.
- La mise en place de bordures T1.
- La mise en œuvre des enrobés sur l'ouvrage : Ils devront être mis en œuvre conformément aux niveaux spécifiés sur les plans afin de créer les formes de pente sur l'ouvrage.
- L'installation des garde-corps par scellement dans la longrine.

## **7.8 TRAVAUX DE VOIRIE**

Les travaux comprendront la réalisation de la chaussée au niveau des murs en retour (raccordement sur la chaussée existante) :

- La mise en place d'un géotextile en fond de fouille ;
- Le reprofilage et le compactage du fond de forme ;
- La mise en œuvre de la structure de chaussée (voir §5.6.3).

## **7.9 REPLI DU CHANTIER**

La phase de repli du chantier comprendra :

- La dépose de l'ouvrage provisoire et de la chaussée provisoire ;
- Le repli des installations ;
- Le nettoyage du site.

## **7.1 EPREUVES**

L'ouvrage créée subira les épreuves de chargement définies au guide « Epreuves de chargement des ponts routes et passerelles piétonnes » édité par le SETRA en mars 2004.

## 8. ESTIMATION

Le tableau de synthèse de l'estimation prévisionnelle du coût des travaux est présenté ci-dessous. L'estimation détaillée avec avant-métré est présentée en Annexe 3.

ESTIMATION PREVISIONELLE	
PRIX GENERAUX	40 750,00 €
TRAVAUX PREPARATOIRES - TERRASSEMENT	40 915,00 €
DEMOLITION	23 720,00 €
FONDACTIONS	89 587,00 €
CONSTRUCTION DU NOUVEL OUVRAGE	35 796,00 €
VOIRIE	14 550,00 €

**TOTAL € H.T. = 245 318,00 €**

*<sup>2</sup>V pour travaux sur l'île estimée à 20% du montant des travaux = 49 063,60 €*

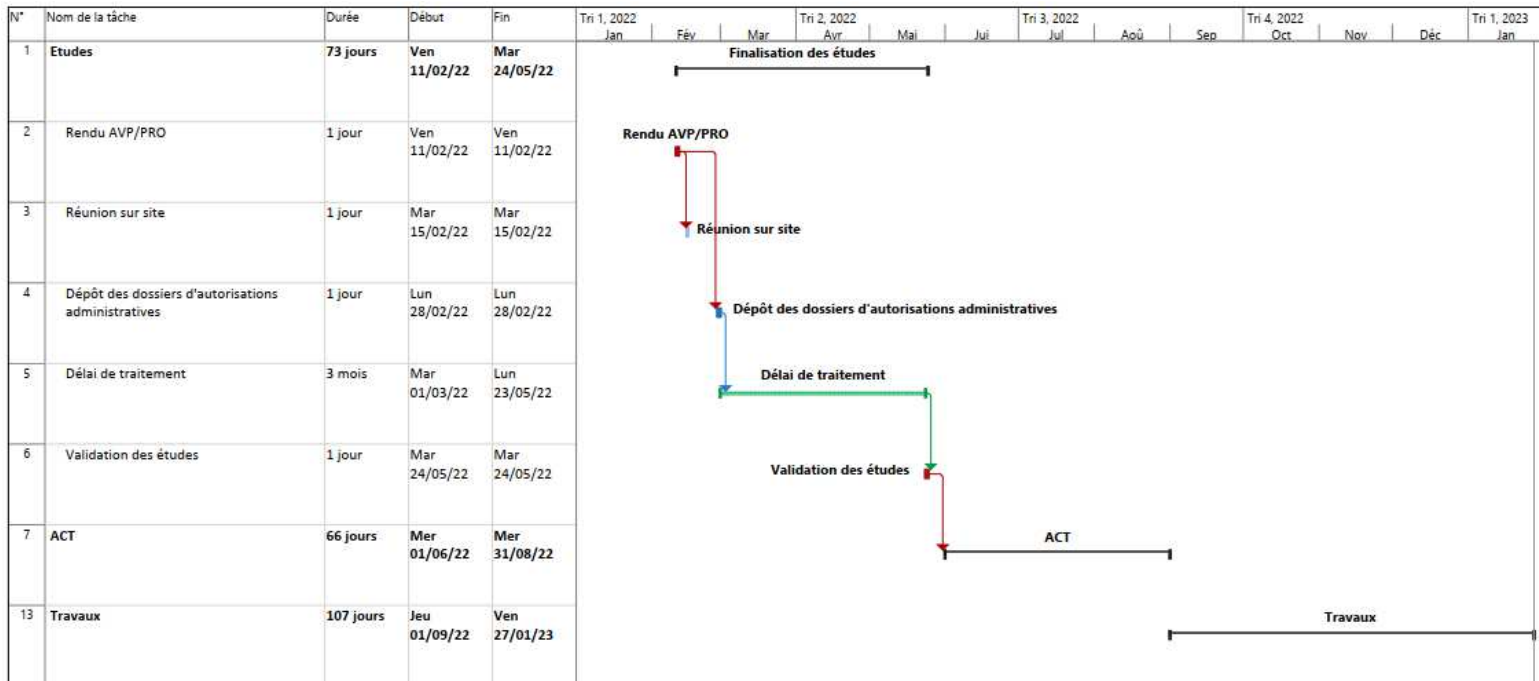
**TOTAL € H.T. y compris PV pour travaux sur l'île = 294 381,60 €**

*TVA 20.0 % = 58 876,32 €*

**TOTAL € T.T.C. = 353 257,92 €**

## 9. PLANNING PREVISIONNEL

Le planning présenté ci-dessous indique les durées prévisionnelles et les jalons des phases études et travaux à venir.



Le planning en format A3 et avec la phase travaux détaillée est disponible en Annexe 2.

### Remarques :

- Le Dossier d'incidences préconise un démarrage des travaux à partir de septembre.
- Les jours sont exprimés en jours ouvrés. Par exemple : 15 jours = 3 x 5 jours ouvrés soit 3 semaines.
- Délai de traitement des dossiers d'autorisations administratives : le délai indiqué est approché. A titre indicatif, on considère les délais de traitement suivant :
  - o Déclaration Loi sur l'eau : 2 mois
  - o Déclaration de travaux : 2 mois
  - o Permis de démolir : 2 mois

Le délai de traitement comprend la modification éventuelle des études en fonction des retours des différents services de l'état.

Les travaux sont prévus à l'automne 2022, ce qui correspond à la période de fortes activités des exploitations ostréicoles et à la période des grandes marées (tempêtes, vents violent etc.). Ce point nécessitera une attention particulière :

- Les travaux ne doivent pas perturber la récolte des huitres ;
- Les aléas climatiques doivent être anticipés dans la mesure du possible. Les travaux devront se dérouler aussi rapidement que possible.

## 10. SUITES A DONNER

Les dossiers d'autorisations administratives suivants doivent être déposés :

- Une déclaration préalable de travaux (DP) afin de vérifier la comptabilité du projet avec les règles d'urbanismes en vigueur, notamment vis-à-vis du classement de la zone de l'ouvrage comme « Espace remarquable du littoral »
- Un permis de démolir ;
- Une Déclaration au titre de la Loi sur l'eau ;
- Une autorisation spéciale au titre des sites classés.

Domanialité :

- Les propriétaires des parcelles concernées par les travaux devront être informés du projet. Les autorisations d'occupation temporaire de leur terrain devront être obtenues.

**Annexe 1 : Note d'hypothèses et note de calcul**

## 1. PREAMBULE

La note présente les justifications par les calculs de l'ouvrage :

- Les hypothèses générales ;
- Le prédimensionnement du tablier.

## 2. REFERENTIEL

Les calculs sont menés conformément aux Eurocodes.

## 3. GENERALITES

Nous considérons les hypothèses suivantes :

- Le tablier est constitué d'une dalle monolithique de 50 cm d'épaisseur ;
- Les palplanches sont suffisamment rigides pour correspondre à un encastrement parfait (hypothèse défavorable).

## 4. NOTE D'HYPOTHESES

### 4.1 GEOMETRIE

#### **Tablier**

Largeur du tablier : 3.90 m

Largeur de la chaussée : 3 m

Epaisseur de la dalle : 50 cm

Epaisseur d'enrobage : 6.5 cm

Portée : 6.95 m

Longueur totale de la dalle : 7.95 m

#### **Chevêtres**

Largeur : 1.20 m

Longueur : 4.88 m

#### **Poutres de couronnement sur mur en retour**

Largeur : 0.90 m

Longueur : 2.18 m

Nota : Il n'est pas prévu de dalle de transition.



## 4.2 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

Les hypothèses suivantes sont extraites du rapport LGEN.L.323 indice A du 12/01/2022. Le modèle géotechnique retenu pour le dimensionnement est le suivant :

Formation	Profondeur du toit (m/TN)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Em (MPa)	pl* (MPa)	$\alpha$ (-)	c' (kPa)	$\varphi$ (°)
0 - Remblais d'apport *	3,6	18	10	1	1/3	0	30
1b - Remblais lâches	0,8	18	3	0,2	1/2	0	25
2 - Argile vasarde	0,6	18	3	0,2	2/3	2	20
3 - Marno-calcaire	-3	20	115	4,4	1/3	10	35

**Le rapport d'études recommande des palplanches de type PU 18 ancrées de 2.4 m dans la formation 3 (formation porteuse).**

## 4.3 MATERIAUX

### 4.3.1 Béton

#### Durabilité :

- Carbonatation : **XC4 pour appuis (chevêtres) et tablier, y compris superstructures** (XC3 acceptable pour la face supérieure du tablier car protégée par l'étanchéité).
- Exposition aux chlorures (XD) : sans objet car salage peu fréquent (nombre de jours de salage par an inférieur à 10).
- Exposition aux chlorures d'origine marine (XS) : on considère une partie d'ouvrage située entre 0 et 500 m de la mer : **XS3** pour l'ensemble de l'ouvrage.
- Exposition au gel/dégel : **XF1 pour appuis et tablier y compris superstructures** (gel faible ou modéré et salage peu fréquent).
- Exposition aux attaques chimiques : **XA2 pour les appuis** et sans objet pour tablier.
  - Alkali-Réaction :
    - Type d'ouvrage : II
    - Classe d'environnement (exposition à l'humidité) : 4 – environnement marin
    - Niveau de prévention : B minimum
  - Réaction Sulfatique Interne :
    - Catégorie d'ouvrage : II
    - Classe d'exposition : XH3
    - Niveaux de prévention : Cs

Selon la norme NF EN 206-1 et au vue des classe d'exposition rencontrées, le béton utilisé sera un **C35/45** minimum.

	<b>C35/45</b>
$f_{ck}$	35 MPa
$f_{ck, cube}$	45 MPa
$f_{cm}$	43 MPa
$f_{ctm}$	3.2 MPa
$f_{ctk, 0.05}$	2.2 MPa
$f_{ctk, 0.95}$	4.2 MPa
$E_{cm}$	34.1 GPa
$E_{cm, diff}$	11.4 GPa
$\epsilon_{c1}$	2.25 ‰
$\epsilon_{cu1}$	3.50 ‰
$\epsilon_{c2}$	2.00 ‰
$\epsilon_{cu2}$	3.50 ‰
$n$	2.00
$\epsilon_{c3}$	1.75 ‰
$\epsilon_{cu3}$	3.50 ‰

Remarque :

- Un béton C20/25 pourra être utilisé en tant que béton de propreté.

#### **Fiabilité :**

La durée de vie de l'ouvrage est de 100 ans.

- Classe de conséquence : CC2 – classe de conséquence élevée
- Classe de fiabilité : RC2 (classe intermédiaire)
- Supervision du projet : DSL3 – supervision avec contrôle par tierce partie
- Contrôle pendant l'exécution : IL3 – contrôle par tierce partie)

#### **Enrobage :**

Les enrobages sont déterminés selon l'Eurocode 1992-1-1 et son annexe nationale.

#### **Ouverture de fissures :**

On limitera les ouvertures de fissures à 0.3 mm. On limitera donc les contraintes normales de traction dans les armatures passives du hourdis à 300 MPa sous ELS Fréquent (1000\*Wmax, méthode simplifiée de l'Eurocode).

#### 4.3.2 Aciers pour armatures

Elles devront être conformes aux normes NFA 35-016, NFA 35-017, NFA 35-019-1 et au fascicule 4 titre I du C.C.T.G. Seuls les aciers de la nuance Fe E 500 devront être utilisés. Elles seront de classe B.

Acier		
fyk = 500 MPa	Avec :	Es = 200000
fyd = 435 MPa		ys = 1,15
εyd = 0,00217391		k3 = 0,8
σs = 400 MPa		αe = 15
Ductilité A		

## 4.4 CHARGES

### 4.4.1 Charges permanentes

Les masses volumiques suivantes sont considérées :

Masse volumique		
Béton	25	kN/m <sup>3</sup>
Etanchéité/Enrobé	24	kN/m <sup>3</sup>
Poids des terres au repos	20	kN/m <sup>3</sup>
Acier	77	kN/m <sup>3</sup>

On considérera les superstructures suivantes :

- Garde-corps : 0.5 kN/ml
- Etanchéité (3 cm) = 0.03 m x 24 kN/m<sup>3</sup> = 0.72 kN/m<sup>2</sup>
- Enrobé (épaisseur moyenne = 11cm) = 0.11 m x 24 kN/m<sup>3</sup> = 2.64 kN/m<sup>2</sup>
- Longrine : 0.25 m ht x 25 kN/m<sup>3</sup> = 6.25 kN/m<sup>2</sup>
- Bordure T1 : 0.1 kN/ml

### 4.4.2 Trafic sur l'ouvrage

#### LM1

On prend en compte le modèle de charge LM1 de l'EC2-1 pour un ouvrage de 2<sup>ème</sup> classe (ouvrage courant) et une chaussée de largeur w=3m.

Emplacement	Tandem TS	Système UDL
	Charges d'essieu Q <sub>ik</sub> (kN)	q <sub>ik</sub> (ou q <sub>rk</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )
Voie n° 1	300	9
Voie n° 2	200	2,5
Voie n° 3	100	2,5
Autres voies	0	2,5
Aire résiduelle (q <sub>ik</sub> )	0	2,5

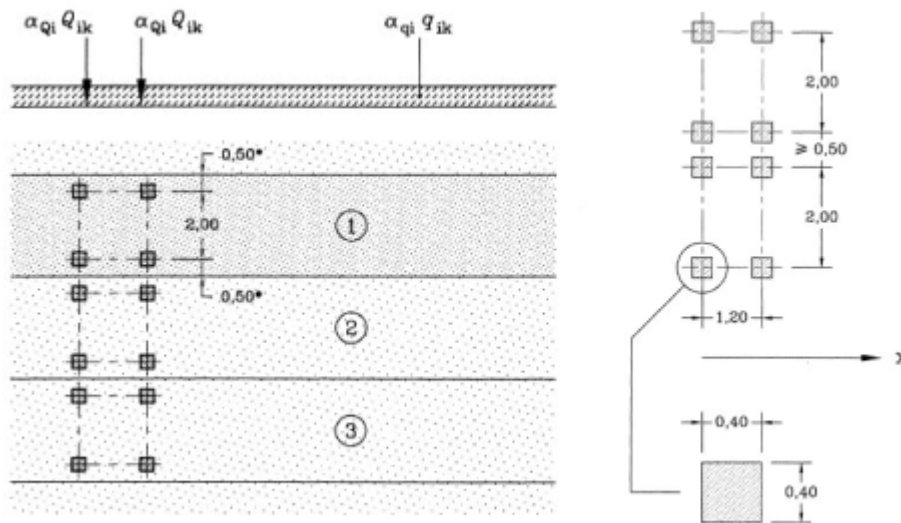
Extrait de l'Eurocode 1-2

Classe de trafic	$\alpha_{Q1}$	$\alpha_{Qi} (i \geq 2)$	$\alpha_{q1}$	$\alpha_{qi} (i \geq 2)$	$\alpha_{qr}$
1 <sup>ère</sup> classe	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2
2 <sup>o</sup> classe	0,9	0,8	0,7	1,0	1,0

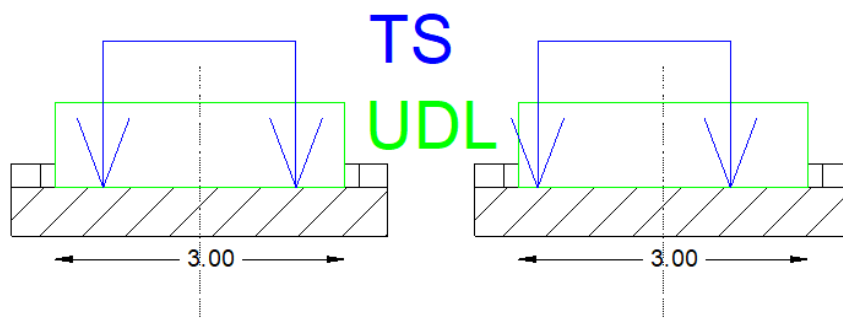
*Coefficients appliqués au chargement en fonction de la classe de trafic*

Le modèle LM1 est composé de :

- Une charge répartie UDL :  $\alpha \times q_k = 0.7 \times 9 = 6.3 \text{ kN/m}^2$
- Un tandem de charge d'essieu TS :  $\alpha \times Q_k = 0.9 \times 300 = 270 \text{ kN}$



*Application du modèle de charge LM1*



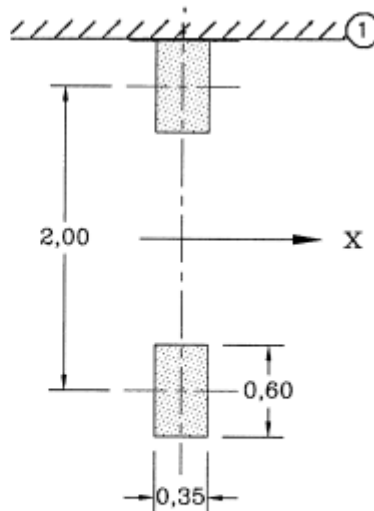
*Positions du modèle LM1*

La position la plus défavorable sera étudiée.

**LM2**

Le modèle de charge 2 consiste en une charge d'essieu unique  $\beta Q \times Q_{ak}$  appliquée en un point quelconque de la chaussée,  $Q_{ak}$  étant égale à 400 kN

Avec  $\beta Q = 0.8$  (valeur imposée par l'annexe nationale), on obtient  $0.8 \times 400 = 320$  kN/essieu. La surface de contact de chaque roue est prise égale à un rectangle de 0.35 m x 0.60 m comme illustré ci-dessous.



**Légende**

- X Direction de l'axe longitudinal du pont
- 1 Bordure

*Modèle de charge LM2*

4.4.3 Charges horizontales dues au trafic

Les forces de freinage et d'accélération des surcharges civiles seront prises en compte au sens de l'Eurocode 1991-2 :

$$Q_{Ik} = 0,6 \dot{a}_{Q1} (2 Q_{1k}) + 0,10 a_{q1} q_{1k} w_1 L$$

$$180 \dot{a}_{Q1} (kN) \leq Q_{Ik} \leq 900 (kN)$$

Où « L » désigne la longueur du tablier

Dans notre cas, le freinage vaut :

$0.6 \times 0.9 \times 2 \times 300 + 0.1 \times 0.7 \times 9 \times 3 \times 8.30 = 329$  kN appliqué horizontalement au niveau de la chaussée. La même valeur sera prise en compte pour l'accélération.

Soit une valeur de 41.4 kN/ml de tablier.

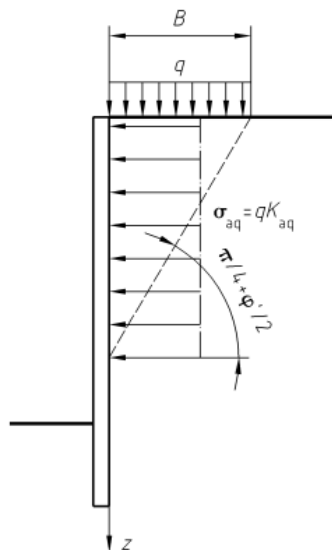
#### 4.4.4 Charges sur remblai

Comme indiqué dans l'annexe nationale de l'Eurocode 1991-2 §4.9.1 (1), il convient de charger la chaussée située derrière le rideau de palplanches au moyen du modèle de charge LM1, défini avec les précisions suivantes :

- La classe de trafic à utiliser est la même que sur l'ouvrage,
- Les charges de tandem et les charges réparties sont réduites de 30 % pour tenir compte de la réduction des amplifications dynamiques par rapport aux charges sur l'ouvrage,
- Les charges de tandem peuvent être remplacées par une charge équivalente, notée  $q_{eq}$ , uniformément répartie sur une surface rectangulaire de 3 m de largeur et de 2,20 m de longueur.

Soit un effort horizontal de  $K_a * q = 0.333 * q$  appliqué à l'arrière du chevêtre ( $K_a$  est calculé avec un angle de frottement interne de remblais de  $30^\circ$ ).

On appliquera cette poussée sur une hauteur de 3,81 m pour la partie de poussée due aux charges de tandem. Cette valeur de 3,81 m est obtenue en respectant le principe de diffusion de charge suivant :



*Pression uniforme appliquée sur une bande contiguë à l'écran – NFP94-282*

Par simplification et de manière sécuritaire, pour la poussée due aux charges UDL, ces charges sont considérées étant appliquées sur une distance suffisamment importante pour que les poussées engendrées par cette charge sur les remblais s'effectuent sur toute la hauteur de la culée.

#### 4.4.5 Charges de chantier

On prend en compte une charge de compactage de 20 kN/m<sup>2</sup>.

#### 4.4.6 Action du vent

L'action du vent est prise en compte conformément à l'Eurocode 1-4.



La carte de la France métropolitaine contient quatre zones, avec des valeurs  $v_{b,0}$  variant de 22 m/s (80 km/h) à 28 m/s (100 km/h). Il faut donc préciser la localisation d'un ouvrage dans l'une de ces zones.

Régions :	1	2	3	4
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,s}$ [m/s]	22	24	26	28

Figure 1-1 – Carte des vents en France métropolitaine

Catégorie de terrain	Type de terrain	Longueur de rugosité $z_0$	Hauteur $z_{min}$	Facteur de terrain $k_r$
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005 m	1,0 m	0,162
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,05 m	2,0 m	0,190
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé	0,20 m	5,0 m	0,209
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers	0,50 m	9,0 m	0,223
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts	1,00 m	15,0 m	0,234

Tableau 1-5 - Valeurs des paramètres en fonction des catégories de terrain

Localisation		
Région		3
Catégorie de terrain		0
Profil topographique		terrain plat ou sensiblement plat
Géométrie		
Longueur de rugosité	z0	0,005 m
Hauteur	zmin	1,00 m
Facteur de terrain	kr	0,162 m
Hauteur de ref	ze	3,00 m
Coef		
Tab. 4.5	cprob	1
Cl. 4,2 NA	cseason	1
F 4.4 NA	cdir	1,0
4.1 & 4.15 + 4.3.2	cr(z)	0,971
	c0(z)	1
Fig 4.2 NA	ce(ze)	2
	cf,x	1
	cscd	1
NA Art. 4.4	cr(ze)	1,036
	kl	1,000

**Valeur de base de la vitesse de vent de référence vb,0**

vb,0 26 m/s

**Pression dynamique de référence qb = 0,5.roh.vb^2**

qb 414 N/m2

**Variation de la vitesse moyenne en fonction de l'altitude ze**

Vitesse moyenne du vent vm(ze) 26,94 m/s  
 Intensité de turbulence lv(ze) 0,16 m/s Art. 4.4  
 ce(ze) 1,973

**Pression dynamique de pointe qp(ze)**

qp(ze) 817 N/m2

L'effort horizontal exercé par le vent sur un élément de structure est donné par :

$$F_w = c_s c_d \cdot c_{f,x} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref,x}$$

Le coefficient structural cs.cd dépend de la nécessité de procéder à un calcul de réponse dynamique. En général, ce n'est pas nécessaire pour les ponts routiers et ferroviaires normaux, d'une longueur de travée inférieure à 40 m. On retient cs.cd = 1.

cf,x se calcule avec la figure 8.3 de l'EC1-1-4. Avec :

- b = 3.90 m et dtot = 0.50 m soit b/dtot = 7.8 m
- dans le cas a) on obtient : cfx = 1.3

L'aire Aref est l'aire de référence de la structure étudiée.



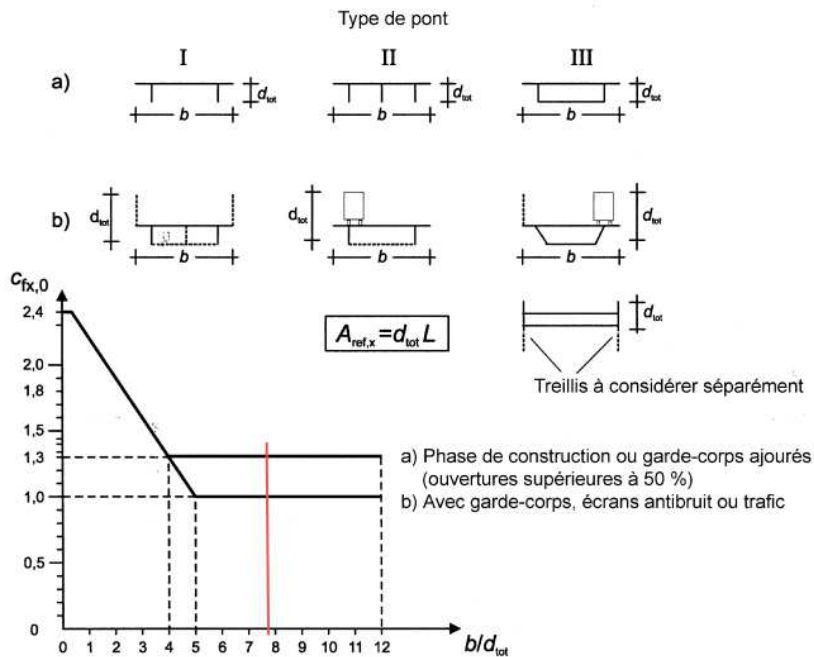


Figure 8.3 — Coefficient de force applicable aux tabliers de pont,  $c_{fx,0}$

Extrait de l'EC 1-1-4

#### 4.4.7 Action thermique

L'action de la température est prise en compte conformément à l'EC1-1-5 en considérant une structure de type 3 (pont dalle en béton). On retient  $T_0 = 10\text{ °C}$ .

Composante de température uniforme									
France métropolitaine		Type de tablier	$\Delta T_{e,min}$	$\Delta T_{e,max}$	$T_{e,min}$	$T_{e,max}$	Etendue des variations uniformes de T		Etendue totale des variations de la T uniforme
$T_{max}$	$T_{min}$						$\Delta TN_{con}$	$\Delta TN_{exp}$	
°C	°C						°C	°C	°C
40	-15	Type 3	8	2	-7	42	17	32	49

Composante de gradient thermique vertical :

EC1 1-5 Art. 6.1.4.1	
$\Delta TM_{heat}$	$\Delta TM_{cool}$
°C	°C
15	8

Ces valeurs sont à pondérer par  $k_{sur} = 0,70$  dans le cas d'un tablier sans revêtement avec la face supérieure plus chaude que la face inférieure et  $k_{sur} = 0,90$  dans le cas d'un tablier sans revêtement avec la face inférieure plus chaude que la face supérieure.

$$k_{sur} \times \Delta TM_{heat} = 10,5\text{ K}$$

$$k_{sur} \times \Delta TM_{cool} = 7,2\text{ K}$$

#### 4.4.8 Séisme

Selon les deux décrets et l'arrêté du 26 octobre 2011, le présent pont est soumis à la réglementation parasismique européenne en vigueur (Eurocode 8).

« Les ponts nouveaux définitifs de catégories d'importance II, III ou IV [...] situés dans les zones de sismicité 2, 3, 4 ou 5 [...] doivent être construits par application des règles [...] dites règles Eurocode 8, accompagnées des documents dits annexes nationales ».

Le pont appartient à la catégorie d'importance II (le pont appartenant au domaine public et n'est pas rangé dans la catégorie d'importance III et IV, arrêté du 26 octobre 2011). La zone de sismicité est modérée (zone 3).

Zones de sismicité	$a_{gR}$
2 (Faible)	0,7
3 (Modérée)	1,1
4 (Moyenne)	1,6
5 (Forte)	3

Valeur de l'accélération en fonction de la zone de sismicité

Catégories d'importance de pont	Coefficient d'importance $\gamma_I$	Période de retour (ans)
II	1	475
III	1,2	820
IV	1,4	1300

Coefficient d'importance pour les ponts

Zone de sismicité	3 (modéré)			
Accélération maximale de référence ( $a_{gr}$ en $m/s^2$ )	1,1			
Catégorie d'importance des ouvrages	I	II	III	IV
Coefficient d'importance $\gamma_I$	0,8	1,0	1,2	1,4
Classe de sol / Paramètre du sol	C/1,5			
Coefficients sismiques horizontal et vertical $k_h$ et $k_v$	$k_h = 0,16$ et $k_v = 0,8$			

Données sismiques – Extrait G2 PRO

Les paramètres sismiques sont les suivants :

- Une accélération maximale de référence du rocher :  $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$
- Un coefficient d'importance  $\gamma_I = 1.0$  associé à une catégorie d'importance II ;
- Une accélération horizontale de calcul du rocher :  $a_g = \gamma_I \times a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$  ;
- Une accélération verticale de calcul :  $a_{vg} = 0,9 a_g = 0.63 \text{ m/s}^2$ .

Coefficient de comportement pour l'analyse linéaire :

Les culées sont connectées de manière rigide au tablier. La masse de la structure du pont suit essentiellement le mouvement sismique horizontal du sol :  $q = 1$ .

Composante horizontale de l'action sismique :

$$Sd, \max(T) = a_g \times S \times 2.5 / q = 1.1 \times 1.5 \times 2.5 / 1 = 4.13 \text{ m/s}^2.$$

## 4.5 COMBINAISONS D' ACTIONS

### 4.5.1 Nomenclature des charges et coefficients

G : charges permanentes

UDL : charge uniformément répartie de LM1

TS : tandem d'essieux de LM1

RMB : Charges d'exploitation sur les remblais

Qlk : force de freinage

Tk : Variation de température uniforme et gradient thermique

Fwk : action du vent

$$Gr1a = TS + UDL + 0.7RMB(TS + UDL)$$

$$Gr2 = Qlk + 0.75TS + 0.4UDL + RMB(0.75TS + 0.4UDL)$$

(freq) : valeur fréquence de la charge.

On applique les combinaisons conformément aux Eurocodes.

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Ts	0,75	0,75	0
UDL	0,4	0,4	0
RMB	0,7	0	0
Thermique	0,6	0,6	0,5
Vent	0,6	0,2	0

#### 4.5.2 Combinaisons ELS caractéristiques

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_k \oplus (G_{k\text{sup}}; G_{k\text{inf}}) \oplus \\ G_{\text{v\`{e}cara} \oplus G_{\text{tp}} \oplus G_{\text{ta}} \end{array} \right\} \oplus \left\{ \begin{array}{l} \text{gr1a}((TS \cup UDL)_{\text{remb}} \oplus TROT(q_{fk,\text{comb}})) \oplus (0, 6.F_{Wk,\text{trafic}}; 0, 6.T_k) \\ \text{gr1b(LM2)} \\ \text{gr2}(FH(Q_{fk} + Q_{ik}) \oplus (0, 75TS \cup 0, 4UDL)_{\text{remb}}) \oplus 0, 6.T_k \\ \text{gr3}(TROT(q_{fk}); Q_{\text{SERV}}; Q_{\text{FWK}}) \oplus 0, 6.T_k \\ \text{gr4(LM4)_{remb}} \oplus 0, 6.T_k \\ \text{gr5}(VS.1, 1, \delta_{\dot{\phi}_{fk}} \cup 0, 75TS \cup 0, 4UDL)_{\text{remb}} + (0, 3.VS_{\text{FREIN}}.1, 1) \oplus 0, 6.T_k \\ T_k \oplus ((0, 75TS \cup 0, 4UDL) + 0, 4.TROT(q_{fk,\text{comb}})) \\ F_{Wk} \end{array} \right.$$

G + gr1a + 0.6Fwk

G + gr1a + 0.6 Tk

G + gr2 + 0.6 Tk

G + Tk + gr1a(freq)

G + Fwk

#### 4.5.3 Combinaisons ELS fréquents

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_k \oplus (G_{k\text{sup}}; G_{k\text{inf}}) \\ \oplus G_{\text{v\`{e}freq} \oplus G_{\text{tp}} \end{array} \right\} \oplus \left\{ \begin{array}{l} \text{gr1a}(0, 75TS \cup 0, 40UDL) \oplus 0, 50.T_k \\ \text{gr1b}[0, 75.(LM2)] \\ \text{gr3}[0, 40.TROT(q_{fk})] \oplus 0, 50.T_k \\ \text{gr5}[\psi_{1,FS}.VS.1, 1, \delta_{\dot{\phi}_{fk}} \cup (0, 75TS \cup 0, 40UDL) + \psi_{1,FS}.(0, 3.VS_{\text{FREIN}}.1, 1)] (\oplus 0, 50.T_k) \\ 0, 6.T_k \\ 0, 2.F_{Wk} \end{array} \right.$$

G + gr1a(freq) + 0.5 Tk

G + 0.6 Tk

G + 0.2 Fwk

#### 4.5.4 Combinaisons ELS quasi-permanents

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

G + 0.5 Tk

### 4.5.5 Combinaisons ELU

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

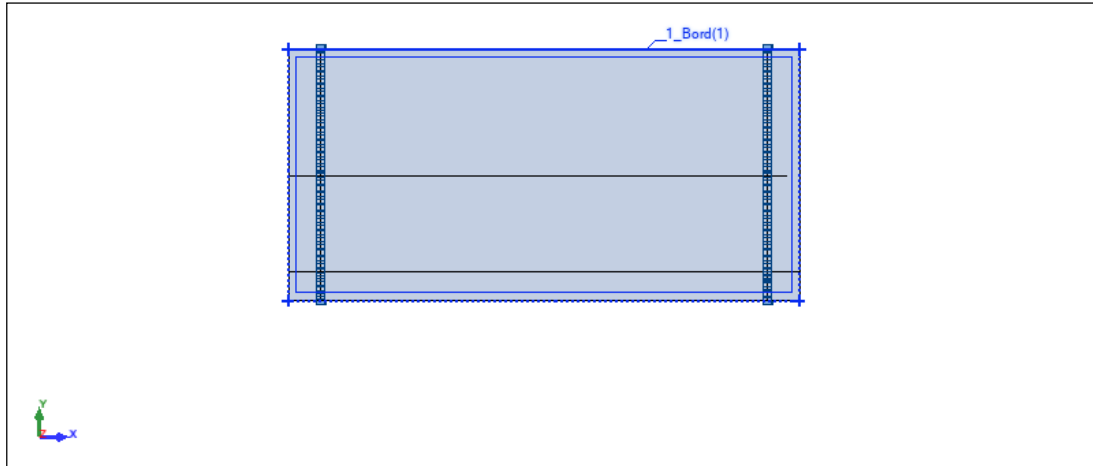
$$\left\{ \begin{array}{l} P_w \oplus \left\{ \begin{array}{l} 1,35 \cdot G_{k \text{ sup}} \\ ; G_{k \text{ inf}} \end{array} \right\} \\ \oplus \left\{ \begin{array}{l} 1,2 \cdot G_{\text{accrus sup}} \\ ; G_{\text{accrus inf}} \end{array} \right\} \\ \oplus \left\{ \begin{array}{l} 1,2 \cdot G_p \\ ; G_p \end{array} \right\} \end{array} \right\} \oplus \left\{ \begin{array}{l} 1,35.gr1a((TS \cup UDL)_{\text{remb}} \oplus TROT(q_{fk,comb})) \oplus 1,5.(0,6.F_{Wk,traffic}; 0,6.I_k(*)) \\ 1,35.gr1b(LM2) \\ 1,35.gr2(FH(Q_{lk} + Q_{fk}) + (0,75.TS \cup 0,4.UDL)_{\text{remb}}) \oplus 1,5.0,6.I_k(*) \\ 1,35.gr3(TROT(q_{fk}); Q_{SERV}; Q_{FWk}) \oplus 1,5.0,6.I_k(*) \\ 1,35.gr4(LM4)_{\text{remb}} \oplus 1,5.0,6.I_k(*) \\ 1,35.gr5(VS.1,1.\delta_{dyn} \cup 0,75.TS \cup 0,4.UDL)_{\text{remb}} + 1,35.(0,3.VS_{FREIN}.1,1) \oplus 1,5.0,6.I_k(*) \\ 1,50.I_k(*) \oplus 1,35.(0,75.TS \cup 0,4.UDL \oplus 0,4.TROT(q_{fk,comb})) \\ 1,50.F_{Wk} \end{array} \right.$$

- 1.35 G + 1.35 gr1a + 1.5 x 0.6 Fwk
- 1.35 G + 1.35 gr1a + 1.5 x 0.6 Tk
- 1.35 G + 1.35 gr2 + 1.5 x 0.6 Tk
- 1.35 G + 1.5 Tk + 1.35 gr1a(freq)
- 1.35 G + 1.5 Fwk

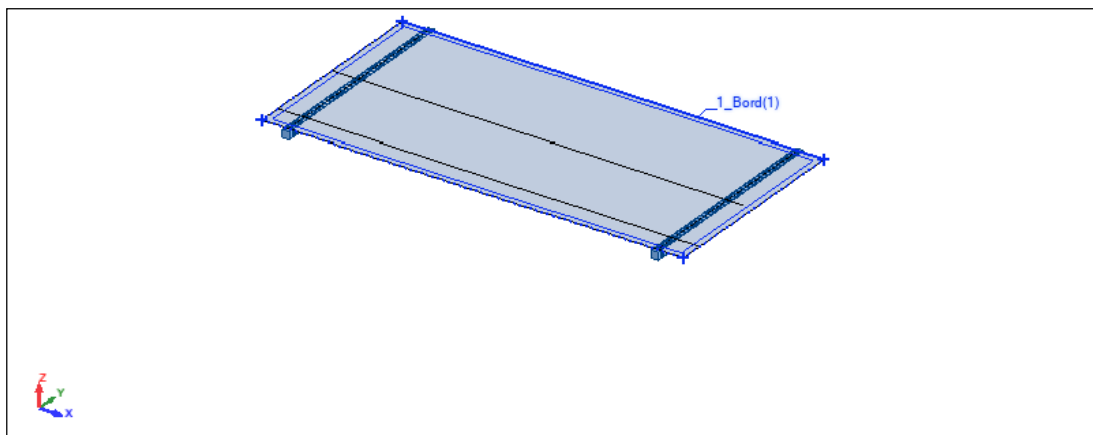
## 5. PRE-DIMENSIONNEMENT DU TABLIER

### 5.1 MODELISATION

La dalle est modélisée sur le logiciel Robot.



*Modélisation Robot – Vue en plan*



*Modélisation Robot – Vue axonométrique*

### 5.2 DIMENSIONNEMENT VIS-A-VIS DE LA FLEXION

Pour le prédimensionnement du tablier, on s'intéresse à la combinaison 1.35 G + 1.35 LM1.

#### Géométrie

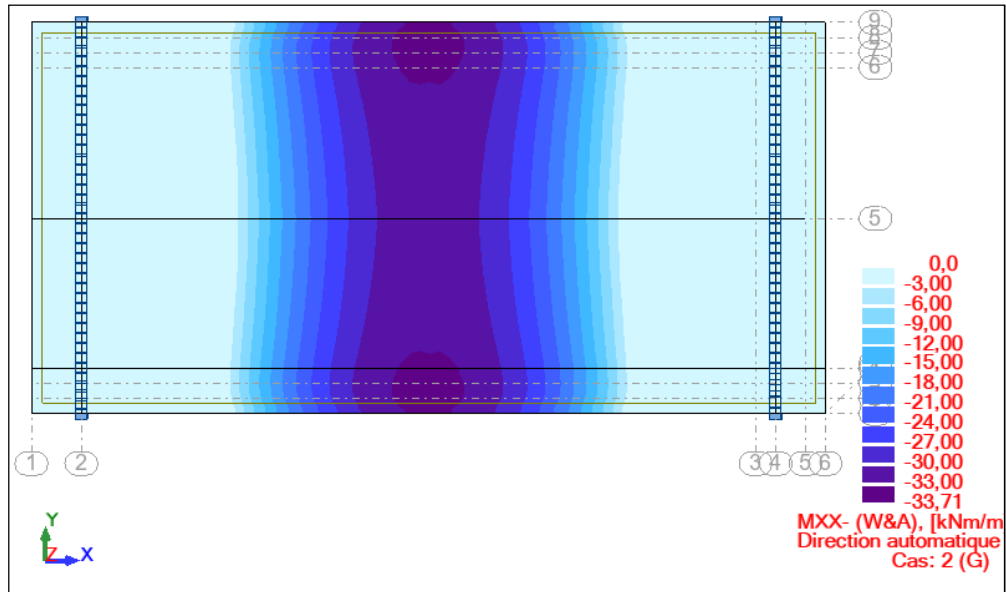
Géométrie
h = 0,50 m
bw = 1,00 m
c = 0,065 m
d = 0,44 m

### Sollicitations

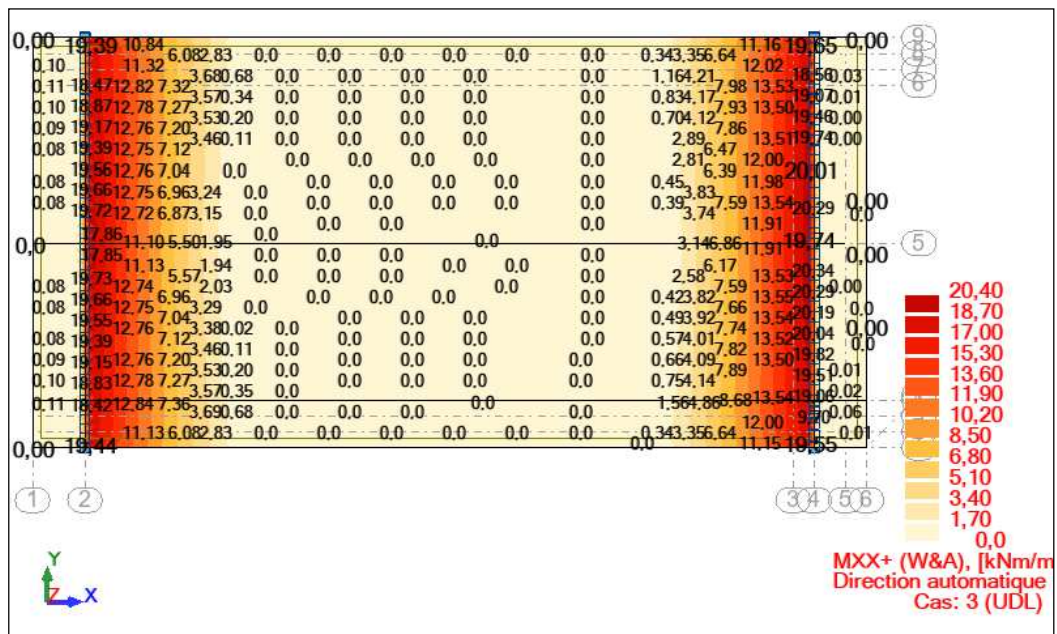
On étudie les moments sur appui et en travée.

On considère les moments Mxx selon le sens porteur et Myy dans le sens non porteur.

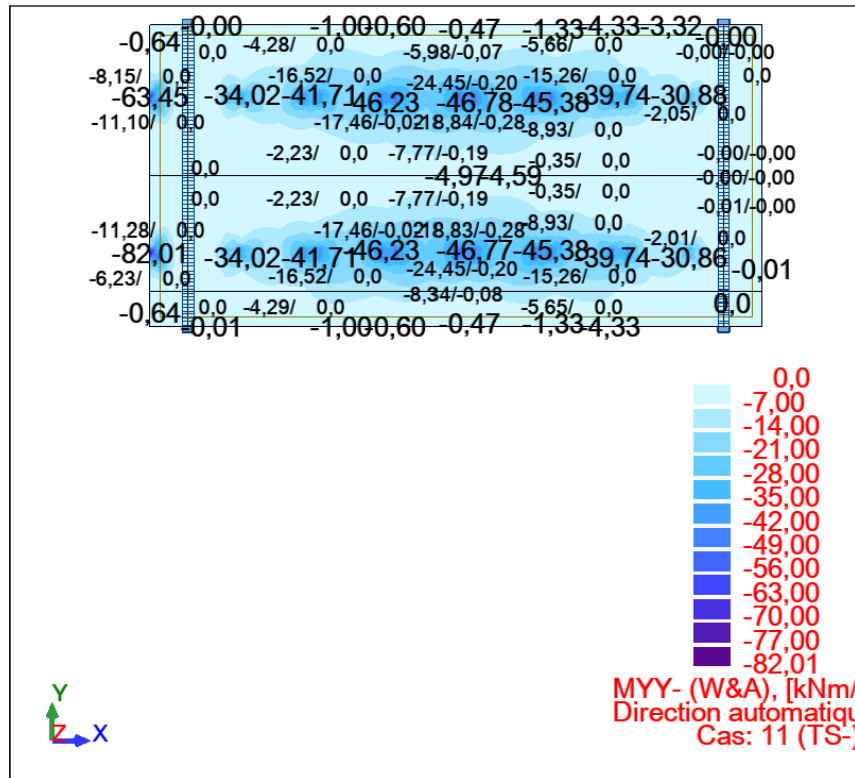
Les résultats issus du modèle Robot. A titre d'exemple, des captures d'écran ont été réalisées (voir ci-dessous).



*Mxx sous les charges permanentes*



*Mxx sous la charge UDL*



Myy sous le cas de charge TS

**Moments longitudinaux**

	kNm/m	G	UDL	TS1	TS2	LM1
Travée	Mxx	33,71	10,05	115,4	85,7	125,4
Appui	Mxx	-73,46	-20,4	-141,9	-88,5	-162,3

	kNm/m	ELU	1,35G+1,35LM1	ELS	G + LM1
Travée	Mxx	<b>215</b>		<b>159</b>	
Appui	Mxx	<b>-318</b>		<b>-236</b>	

**Moments longitudinaux**

	kNm/m	G	UDL	TS1	TS2	LM1	LM1 Freq
Travée	Myy	3,08	2,81	46,7	57,3	60,1	44,1

	kNm/m	ELU	1,35G+1,35LM1	ELS	G + LM1
Travée	Mxx	<b>85</b>		<b>63</b>	



## Aciers dans le sens porteur

Calcul des armatures à l'ELU - Section sans aciers comprimés													
		Moments extrêmes		Calcul à l'ELU									
		ELS [kNm/m]	ELU [kNm/m]	$\alpha_u$	$\mu_{AB}$	$(M_{AB} \text{ [kNm]})$	$\epsilon_c$	$\epsilon_{sl}$	Diagramme $\sigma$ - $\epsilon$ - Palier	$\sigma_{sl}$ [Mpa]	$z_c$ [m]	$A_{sl,u}$ Théorique [cm <sup>2</sup> ]	$A_{smin}$ [cm <sup>2</sup> /m]
Travée	Mxx	159	215	0,063	0,1019	449,27	-	0,02250	Horizontal	435	0,424	11,66	> 7,99
Appuis	Mxx	236	318	0,094	0,1019	449,27	-	0,02250	Horizontal	435	0,419	17,47	> 7,99

On retient :

- En travée (nappe inférieure) : HA16e15 = 13.4 cm<sup>2</sup>/m > As = 11.7 cm<sup>2</sup>/m
- Sur appuis (nappe supérieure) : HA20e15 = 20.94 cm<sup>2</sup>/m > As = 17.5 cm<sup>2</sup>/m

## Aciers dans le sens non porteur

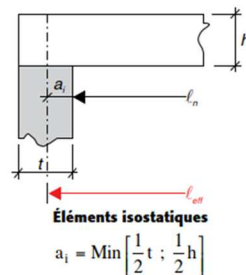
Calcul des armatures à l'ELU - Section sans aciers comprimés													
		Moments extrêmes		Calcul à l'ELU									
		ELS [kNm/m]	ELU [kNm/m]	$\alpha_u$	$\mu_{AB}$	$(M_{AB} \text{ [kNm]})$	$\epsilon_c$	$\epsilon_{sl}$	Diagramme $\sigma$ - $\epsilon$ - Palier	$\sigma_{sl}$ [Mpa]	$z_c$ [m]	$A_{sl,u}$ Théorique [cm <sup>2</sup> ]	$A_{smin}$ [cm <sup>2</sup> /m]
Travée	Myy	63	85,00	0,024	0,1019	449,27	-	0,023	Horizontal	435	0,431	4,54	> 7,99

On retient :

- En travée : HA10e15 = 5.24 cm<sup>2</sup>/m > As = 4.54 cm<sup>2</sup>/m

## 5.3 DIMENSIONNEMENT VIS-A-VIS DE L'EFFORT TRANCHANT

Effort tranchant de calcul ultime	Portée	6,95	m
	<b>Ved,eff</b>	609,0	kN
	a	0,50	m
	pu	175	kN/m
Effort tranchant réduit (transmission directe des charges aux appuis)	Ved	521	kN
	Ved0	445	kN



Epaisseur de l'élément	<b>h</b>	500	mm
Epaisseur de l'enrobage	<b>c</b>	65	mm
Hauteur utile	<b>d</b>	435	mm
Résistance caractéristique du béton	<b>f<sub>ck</sub></b>	35	MPa
Aire des armatures tendues	<b>A<sub>sl</sub></b>	17,5	cm <sup>2</sup>
Largeur de l'élément	<b>b<sub>w</sub></b>	1	m
Contrainte normale utile	<b><math>\sigma_{cp}</math></b>	0	MPa
	<b>Crd,c</b>	0,12	
	<b>k</b>	1,7	
Coefficient partiel relatif au béton	<b><math>\gamma_c</math></b>	1,5	
	<b>k1</b>	0,15	
	<b>pl</b>	0,004	< 2%
Contrainte de cisaillement minimale	<b>v<sub>min</sub></b>	0,454	
	<b>f<sub>yk</sub></b>	500	MPa
	<b>f<sub>yd</sub></b>	435	MPa

Eq 6.2a	$V_{Rd,c}$	212	kN/m
Eq 6.2b	$V_{Rd,c}$	198	kN/m

<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b>212</b>	<b>kN/m</b>
------------------------------	------------	-------------

<b><math>V_{Rd,c}</math></b>	<b>&lt;</b>	<b>Ved0</b>
------------------------------	-------------	-------------

Taux de travail : 210%

Ved > Vrd,c : les armatures d'effort tranchant sont nécessaires.

Vérification de la compression des bielles de béton			
Inclinaison des bielles	$\theta$	45	°
Inclinaison des armatures	$\alpha$	90	°
Contrainte de compression	$f_{cd}$	23,33	Mpa
	$v_1$	0,516	
Bras de levier	$z$	391,5	mm
	$V_{Rd,max}$	1,625	MN
OK			

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{Ed0}}{0,9.d.f_{ywd}(\sin\alpha + \cos\alpha)}$$
  

Calcul des armatures d'effort tranchant			
Calculées	$A_{sw}/s$	$\geq$	10,460 cm2/m
Maximales	$A_{sw}/s$	$\leq$	138,460 cm2/m
% Min	$p_w$	$\geq$	9,466 cm2/m

$$\frac{A_{sw}.f_{ywd}}{b_w.d} \leq \frac{\frac{1}{2}.v_1.f_{cd}.\sin\alpha}{1 - \cos\alpha}$$

La densité d'armatures d'effort tranchant nécessaire est égale à  $A_{sw}/s = 10.46 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

On retient des cadres HA12 espacés de 20 cm soit  $11.31 \text{ cm}^2/\text{m}$

## 5.4 VERIFICATION DU POINÇONNEMENT

Le poinçonnement de la dalle est vérifié sous la charge ponctuelle du modèle LM2 : charge de 320 kN / essieu sur un rectangle de 0.35m x 0.60m

### RECTANGULAIRE

Ep.dalle	Ep.	0,5	m
Enrobage	c	0,065	
Dimension de la charge	$b_0$	0,35	m
	$d_0$	0,6	m
Périmètre de l'aire chargée	$u_0$	1,90	m
Hauteur utile de la dalle	d	0,435	m
Périmètre du contour de référence	$u_1$	7,37	m
Résistance caractéristique du béton	$f_{ck}$	35	MPa
Coefficient partiel relatif au béton	$\gamma_c$	1,50	
Charge appliquée	Q	160	kN
Charge poinçonnante	Ved	240	kN
Contrainte max.	ved	0,07	Mpa
Résistance au poinçonnement	$V_{Rd,c}$	0,50	Mpa

#### Au voisinage de l'aire chargée

Contrainte maximale	ved	0,29	Mpa
Valeur maximale de calcul de la résistance au poinçonnement d'une dalle	$v_{rd,max}$	6,02	MPa

**$v_{Ed} < v_{Rd, max}?$**  **OK** 5%

#### Sur le contour de référence

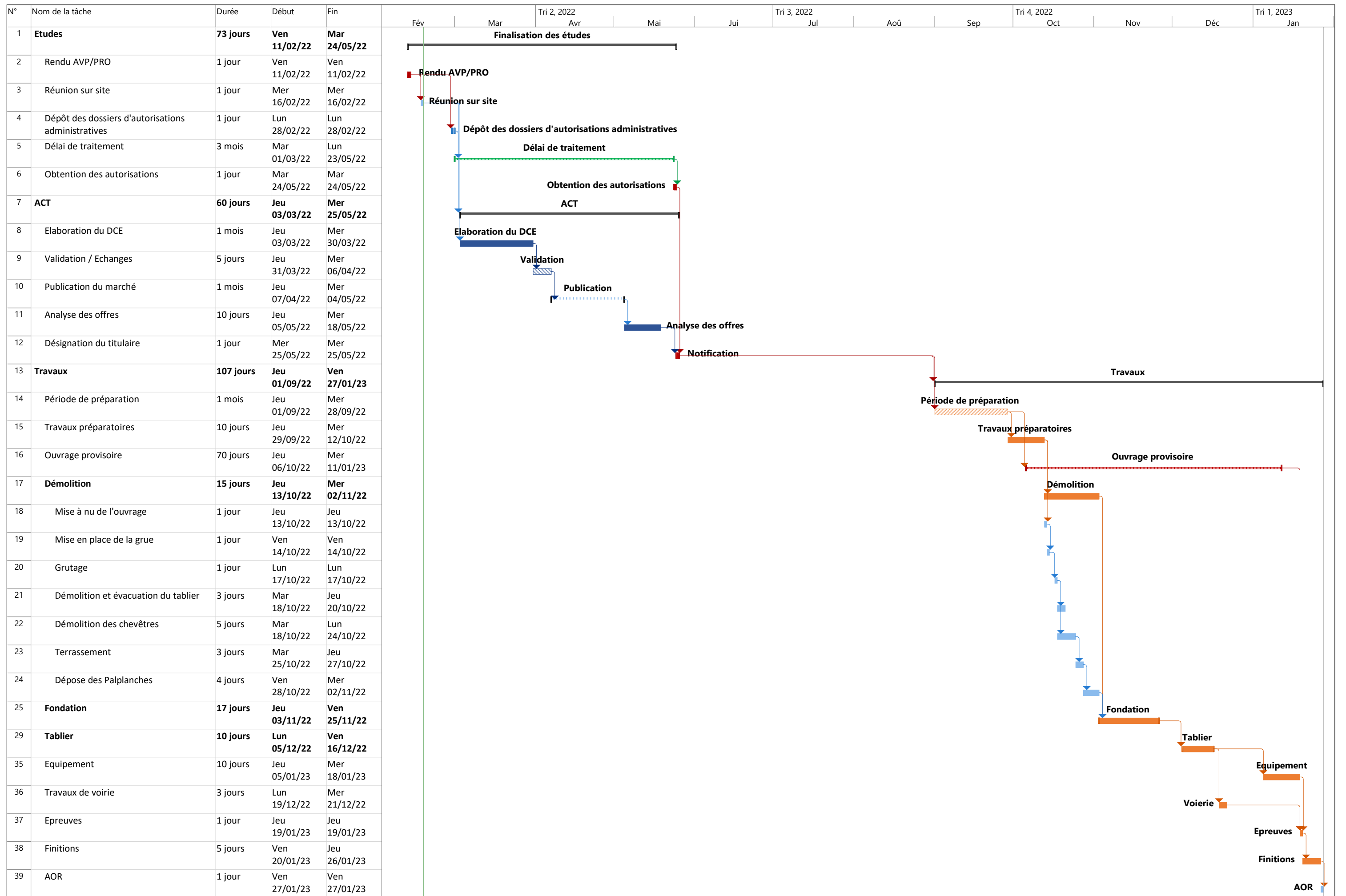
Contrainte maximale	ved	0,075	Mpa
---------------------	-----	-------	-----

**$v_{Ed} < v_{Rd, c}?$**  **OK** 15%

Armatures de poinçonnement non nécessaires

Il n'est pas nécessaire de placer des armatures de poinçonnement dans le tablier.

Annexe 2 : Planning prévisionnel



Annexe 3 : Estimation

N° Prix	DESIGNATION DES TRAVAUX	u	Q	Prix Unitaire €	Prix Total € H.T.
<b>1 PRIX GENERAUX</b>					
1	<i>Installation de chantier</i>				
1 1	Implantation de chantier	F	1	20 000,00	20 000,00
1 1 2	Signalisation et protection de chantier	F	1	5 000,00	5 000,00
1 1 3	Marquage piquetage des réseaux	F	1	450,00	450,00
1 2	<i>Etudes et méthodes</i>				
1 2 1	Plan d'assurance qualité - SOSED - SOPRE	F	1	2 200,00	2 200,00
1 2 2	PPSPS	F	1	1 000,00	1 000,00
1 2 3	Etudes d'exécution (yc mission géotechnique G3) et de méthodes	F	1	8 500,00	8 500,00
1 2 4	Dossier de récolement	F	1	1 500,00	1 500,00
1 3	Epreuves de l'ouvrage	F	1	2 100,00	2 100,00

**Sous-total 1 : 40 750,00**

<b>2 TRAVAUX PREPARATOIRES - TERRASSEMENT</b>					
2	Ouvrage provisoire yc AR, pose et dépose	F	1	25 000,00	25 000,00
2 2	Gestion des eaux de chantier et sujétions pour travail à sec (yc drains verticaux, pompages, ...)	F	1	10 000,00	10 000,00
2 3	<i>Terrassements</i>				
2 3 1	Déblais y compris évacuation et mise en décharge ISDI	m3	115	20,00	2 300,00
2 3 2	Remblais techniques d'apport	m3	115	30,00	3 450,00
2 3 3	Fourniture et mise en œuvre de terre végétale	m3	3	55,00	165,00

**Sous-total 2 : 40 915,00**

<b>3 DEMOLITION</b>					
3	Dépose des garde-corps	ml	13	40,00	520,00
3 2	Rabotage / décapage des enrobés et de l'étanchéité existante	m2	22	50,00	1 100,00
3 3	Dépose des réseaux consignés	F	1	600,00	600,00
3 4	Démolition du tablier yc grutage et évacuation	F	1	10 500,00	10 500,00
3 5	Démolition des chevêtres et poutres de couronnement	F	1	6 000,00	6 000,00
3 6	Dépose des palplanches	F	1	5 000,00	5 000,00

**Sous-total 3 : 23 720,00**

<b>4 FONDATIONS</b>					
4	<i>Fourniture et mise en œuvre des palplanches yc recépage et guidage</i>				
4 1	Matériel de fonçage des palplanches	F	1	7 500,00	7 500,00
4 2	Dispositif de guidage des palplanches	F	1	2 000,00	2 000,00
4 3	Fourniture des palplanches	kg	24 570	2,00	49 140,00
4 4	Mise en œuvre des palplanches	m2	189	77,00	14 553,00
4 5	Recépage des palplanches	ml	21	400,00	8 400,00
4 2	<i>Réalisation des chevêtres</i>				
4 2 1	Armatures pour béton armé	kg	432	2,00	864,00
4 2 2	Béton de structure C35/45	m3	3,6	300,00	1 080,00
4 2 3	Coffrages pour parements finis des surfaces visibles ou non	m2	13,2	150,00	1 980,00
4 3	<i>Réalisation de la poutre de couronnement</i>				
4 3 1	Armatures pour béton armé	kg	400	2,00	800,00
4 3 2	Béton de structure C35/45	m3	3,4	300,00	1 020,00
4 3 3	Coffrages pour parements finis des surfaces visibles ou non	m2	15,0	150,00	2 250,00

**Sous-total 4 : 89 587,00**

5 CONSTRUCTION DU NOUVEL OUVRAGE							
5			Fourniture de la prédalle	F	1	5 400,00	5 400,00
5	2		Pose de la prédalle par grutage	F	1	2 000,00	2 000,00
5	3		<i>Tablier</i>				
5	3	1	Armatures pour béton armé	kg	3 370	2,00	6 740,00
5	3	2	Béton de structure C35/45	m3	16	300,00	4 800,00
5	3	3	Coffrages pour parements finis des surfaces visibles ou non	m2	12	150,00	1 800,00
5	4		<i>Equipements et superstructures</i>				
5	4	1	Etanchéité	m2	37	70,00	2 590,00
5	4	2	Longrines pour GC	ml	13	110,00	1 430,00
5	4	3	Garde-corps en acier corten	ml	13	500,00	6 500,00
5	4	4	<i>Fourreaux pour réseaux</i>				
5	4	4	Fourreaux PVC EN 42/50	ml	13	20,00	260,00
5	4	2	Fourreaux Ø40mm	ml	38	12,00	456,00
5	4	5	Dispositions de drainage aux abouts (tranchée drainante et raccordement)	u	2	1 000,00	2 000,00
5	4	5	Enrobé bitumineux (sur ouvrage)	m2	33	40,00	1 320,00
5	4	6	Bordures T2	ml	13	20,00	260,00
5	4	6	Drains longitudinaux	ml	16	15,00	240,00

**Sous-total 5 : 35 796,00**

6 VOIRIE							
6			Réalisation et raccordement des chaussées provisoires yc signalisation	F	1	7 100,00	7 100,00
6	2		Démolition des chaussées provisoires	F	1	2 750,00	2 750,00
6	3		Raccordement de l'ouvrage neuf aux chaussées existantes	F	1	4 700,00	4 700,00

**Sous-total 6 : 14 550,00**

<b>TOTAL € H.T. =</b>	<b>245 318,00 €</b>
<b>PV pour travaux sur l'île estimée à 20% du montant des travaux</b>	<b>49 063,60 €</b>
<b>TOTAL € H.T. y compris PV pour travaux sur l'île</b>	<b>294 381,60 €</b>
<b>TVA 20.0 % =</b>	<b>58 876,32 €</b>
<b>TOTAL € T.T.C. =</b>	<b>353 257,92 €</b>