DIRA – RN 537 ; PR 0+629

Pont du Saut de Mouton

La Rochelle - Quartier La Pallice (département 17)

Etude de remplacement des dispositifs de retenue sur ouvrage

Affaire	A24_12190_BEI
Référence	001
Indice	D
Date	05/09/2025

DIRA – RN 537 ; PR 0+629

Pont du Saut de Mouton

La Rochelle - Quartier La Pallice (département 17)

Etude de remplacement des dispositifs de retenue sur ouvrage

Rédigé par	Julien PRIOU Responsable projet
Contrôlé par	Pierre-Samuel BARRET Responsable projet

Désignation du document

Affaire	*Référence document*	*Nature*	*Nb pages*	*Nb annexe*
A24_12190_BEI	001	Rapport	19	2

Suivi des indices

Indice	*Date*	*Modification*	*Destinataire*
A	14/02/2025	1ère diffusion	*DIRA*
B	01/04/2025	Prise en compte des commentaires à la suite de la réunion du 18/03/2025	*DIRA*
C	25/06/2025	Prise en compte des observations et du choix technique de la DIRA du 26/05/2025	
D	05/09/2025	Prise en compte des observations de la DIRA du 26/08/2025	*DIRA*

SIXENSE Engineering - Agence Ouest
ZA Pôle Sud
38, allée des Cinq Continents
44120 VERTOU
Tel : 02 40 76 23 09
www.sixense-group.com

SAS au capital de 273 174 € - RCS Nanterre B 392 367 041 - SIRET 392 367 041 00200 - APE 7112B
SIEGE SOCIAL : 22-44 rue Lavoisier – 92000 Nanterre

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION 6

II - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE 7

II.1 - IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE 7
II.2 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE 7
II.3 - LOCALISATION DE L'OUVRAGE 8
II.4 - CONVENTION DE REPERAGE 8
II.5 - VIE DE L'OUVRAGE 9
II.5.1 - Construction de l'ouvrage 9
II.5.2 - Surveillances et diagnostics 9
II.5.3 - Travaux d'entretien et de réparations 9
II.5.4 - Modifications apportées à l'ouvrage 9
II.6 - PLANS DE L'OUVRAGE 9
II.7 - VUES DE L'OUVRAGE 10
II.8 - DOSSIER D'OUVRAGE 11
II.9 - ETAT DE CONSERVATION DE L'OUVRAGE 12
II.9.1 - Inspection Détaillée de 2021 12
II.9.2 - Autres désordres identifiés en rive du tablier en lien avec le remplacement des garde-corps 12
II.9.3 - Autres désordres constatés lors de la visite de l'ouvrage – janvier 2025 13

III - DEFINITION DU NIVEAU DE RETENUE 14

III.1 - DONNEES DE TRAFIC 14
III.2 - INDICE DE DANGER (ID) 14
III.3 - CAS DES OUVRAGES EXISTANTS 14

IV - DESCRIPTION DES DISPOSITIFS DE RETENUE EXISTANTS 15

IV.1 - VOIE CIRCULEE PROTEGEE 15
IV.2 - DISPOSITIF DE RETENUE SUR OUVRAGE (DR) – GARDE-CORPS 15
IV.3 - CORNICHES ET CONTRE-CORNICHES 15
IV.4 - DISPOSITIF DE RETENUE SUR OUVRAGE AU DROIT DU JOINT DE DILATATION DU TABLIER 16
IV.5 - RACCORDEMENT AUX DISPOSITIFS DE RETENUE HORS OUVRAGE ET SECTION COURANTE 16
IV.6 - SCHEMA DE PRINCIPE DES DISPOSITIFS DE RETENUE EXISTANTS 17

V - PRESCRIPTIONS A RESPECTER POUR LE NOUVEAU DISPOSITIF DE RETENUE 18

V.1 - NORMES APPLICABLES 18
V.2 - FONCTIONS GARDE-CORPS 18
V.3 - SYSTEMES DE PROTECTION POUR MOTOCYCLISTES (SPM) 18
V.4 - TRAITEMENT DU PASSAGE DES JOINTS DE CHAUSSEE 18
V.5 - IMPLANTATION TRANSVERSALE SUR LE TABLIER 18
V.5.1 - Choix de l'implantation transversale sur le tablier 18
V.5.2 - Choix de la largeur de la bande d'implantation 19
V.5.3 - Cas de barrière de niveau supérieur ou égal à H2 avec une fonction garde-corps 20
V.5.4 - Cas de barrière de retenue H1 et d'un garde-corps en rive 22
V.6 - IMPLANTATION TRANSVERSALE AU DROIT DES MURS EN RETOUR 22
V.6.1 - Cas de barrières de niveau supérieur ou égal à H2 avec une fonction garde-corps 22
V.6.2 - Cas de barrières de retenue H1 et d'un garde-corps en rive 24
V.7 - IMPLANTATION TRANSVERSALE, HORS OUVRAGE, EN CRETE DE TALUS 24
V.8 - IMPLANTATION LONGITUDINALE 24
V.9 - GEOMETRIE DE LA LONGRINE BETON ARME 25

VI - MODELES DE DISPOSITIFS DE RETENUE ETUDIES 26

VI.1 - NIVEAU DE RETENUE H3 MINIMUM (GLISSIERE METALLIQUE) 26

VI.1.1 - H4b – « DOLRE H464 » (DESAMI) 26
VI.1.2 - H3 – « BPL71» (DESAMI) 27
VI.1.3 - H3 – « H3 W5 BP » (MARCEGAGLIA / TERTU) 28
VI.2 - NIVEAU DE RETENUE H2 (GLISSIERE METALLIQUE) 29
VI.2.1 - H2 – DOLRE H241 (DESAMI) 29
VI.2.2 - H2 – H2 W5 BP (MARCEGAGLIA / TERTU) 30
VI.2.3 - H2 - EURO H2-F2 (COMELY) 31
VI.3 - NIVEAU DE RETENUE H1 (GLISSIERE METALLIQUE) 32

VII - VERIFICATIONS STRUCTURELLES DU TABLIER AVEC LES NOUVEAUX DISPOSITIFS ETUDIES 33

VII.1 - DOCUMENTS DE REFERENCE 33
VII.1.1 - Normes et règlements en vigueur - Eurocodes 33
VII.1.2 - Normes et règlements obsolètes 33
VII.1.3 - Guides et recommandations 33
VII.1.4 - Dossier d'ouvrage 33
VII.2 - METHODOLOGIE RETENUE 34
VII.3 - HYPOTHESES 34
VII.3.1 - Matériaux 34
VII.3.2 - Charges permanentes 34
VII.3.3 - Charges variables 35
VII.3.4 - Combinaisons 36
VII.3.5 - Critères de vérification 36
VII.4 - ETUDE DE LA RESISTANCE TRANSVERSALE 37
VII.4.1 - Sollicitations 37
VII.4.2 - Vérification de la section 38
VII.5 - ETUDE DE LA RESISTANCE LONGITUDINALE 39
VII.5.1 - Modélisation 39
VII.5.2 - Comparaison des sollicitations actuelles et des sollicitations à l'état projeté 39
VII.6 - SYNTHESE DE L'ETUDE 39

VIII - ANALYSE MULTICRITERE AVEC LES NOUVEAUX DISPOSITIFS ETUDIES 40

VIII.1 - RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE DEFORMATION DES DR ETUDIES 40
VIII.2 - RAPPEL DE L'IMPLANTATION ENVISAGEE POUR L'ANALYSE 41
VIII.3 - LARGEUR ROULABLE RESIDUELLE SUR LE TABLIER 41
VIII.4 - TRAVAUX DE GENIE CIVIL / RENFORCEMENT SUR L'OUVRAGE 41
VIII.5 - ESTIMATION DES MONTANTS DE TRAVAUX 42
VIII.6 - CRITERE ESTHETIQUE 43

IX - CONTRAINTES DU SITE POUR REALISER LES TRAVAUX 44

IX.1 - INCIDENCE SUR L'EXPLOITATION DES VOIES 44
IX.2 - RESEAUX 45
IX.3 - PROTECTION DES USAGERS SOUS L'OUVRAGE 45
IX.4 - EMPLACEMENT MIS A DISPOSITION POUR LES TRAVAUX 46

X - DESCRIPTION DES TRAVAUX 47

X.1 - ETUDES D'EXECUTION 47
X.2 - MISE EN PLACE DE LA SIGNALISATION DE CHANTIER / DEVIATION 47
X.3 - INSTALLATION DE CHANTIER 47
X.4 - PROTECTION SPECIFIQUE EN RIVE DU TABLIER PENDANT LES TRAVAUX 48
X.5 - DEPOSE DES DISPOSITIFS DE RETENUE EXISTANTS 48
X.6 - TRAVAUX DE PREPARATION SUR LES CORNICHES 48
X.7 - SCENARII – BARRIERE H1 SUR LONGRINE NON-ANCREE ET GARDE-CORPS EN RIVE 48
X.7.1 - Nouveau garde-corps sur corniches existantes 48
X.7.2 - Démolition des enrobés et rabotage sur le tablier 48
X.7.3 - Travaux de longrine béton-armé non-ancrée 49
X.7.4 - Travaux de chaussée 49

X.8 - SCENARII – BARRIERE SUPERIEURE OU EGALE A H2 SUR LONGRINE ANCREE SUR LE TABLIER 49
X.8.1 - Démolition des enrobés et de l'étanchéité en rive du tablier 49
X.8.2 - Dépose des bordures de trottoir 49
X.8.3 - Travaux sur les contre-corniches 49
X.8.4 - Travaux de longrine béton armé ancrée sur le tablier 49
X.8.5 - Travaux de longrines béton armé ancrée sur la dalle de transition 49
X.8.6 - Traitement du joint de dilatation entre les longrines 50
X.8.7 - Travaux de réfection de l'étanchéité sur le tablier 50
X.8.8 - Bordures de trottoir 51
X.8.1 - Travaux d'enrobés 51
X.9 - POSE DES NOUVEAUX DISPOSITIFS DE RETENUE SUR LONGRINE 52
X.10 - RACCORDEMENT DES DISPOSITIFS DE RETENUE AUX GLISSIERES DE LA SECTION COURANTE 52
X.11 - PRESTATIONS A LA CHARGE DU MAITRE D'OUVRAGE /EXPLOITANT 52

XI - TABLEAU DE SYNTHESE POUR AIDER A LA DECISION 53

XII - PRECONISATION D'ETUDES ET D'INVESTIGATIONS 54

XII.1 - ETUDES ET INVESTIGATIONS NECESSAIRES POUR LE BON DEROULEMENT DE L'OPERATION 54
XII.1.1 - Levé topographique 54
XII.1.2 - Reconnaissance des dalles de transition avec affaissement de chaussée dans les angles 54
XII.2 - ETUDES ET INVESTIGATIONS A ENVISAGER POUR MENER DES TRAVAUX D'OPPORTUNITES 54
XII.2.1 - Actualisation de l'inspection détaillée de 2021 54
XII.2.2 - Diagnostic corrosion 54

XIII - CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE 55

XIV - PRECONISATIONS D'EXIGENCES A INDIQUER DANS LE CCTP 57

XIV.1 - GARDE-CORPS POUR PIETON EN RIVE DU TABLIER 57
XIV.1.1 - Généralité 57
XIV.1.2 - Dessins d'exécution des ouvrages 57
XIV.1.3 - Fabrication et montage 57
XIV.1.4 - Reconditionnement des surfaces protégées 58
XIV.2 - BARRIERE H1 (GLISSIERE METALLIQUE) 58
XIV.2.1 - Généralités 58
XIV.2.2 - Dessins d'exécution des ouvrages 59
XIV.2.3 - Fabrication et montage 59
XIV.2.4 - Reconditionnement des surfaces protégées 60
XIV.3 - ANCRAGE EN CAS DE FIXATION PAR SCELLEMENT CHIMIQUE 60
XIV.3.1 - Généralités 60
XIV.3.2 - Epreuves de convenance 60
XIV.4 - LONGRINE BETON ARME NON ANCREE 60
XIV.4.1 - Généralités 60
XIV.4.2 - Béton pour béton armé 61
XIV.4.3 - Aciers / armatures pour béton armé 61
XIV.4.4 - Coffrage des éléments en béton 61
XIV.4.5 - Scellement chimique 61
XIV.5 - MORTIER DE REPARATION 61

ANNEXE

ANNEXE 1 : Description du modèle de calcul
ANNEXE 2 : Cahier de plans

I - INTRODUCTION

Le Maitre d'Ouvrage, la Direction Interdépartementale des Routes Atlantique (DIRA), souhaite remplacer les dispositifs de retenue sur l'ouvrage « Pont du Saut de Mouton » situé sur la commune de La Rochelle – quartier La Pallice (département 17).

Il s'agit d'un passage supérieur qui supporte la bretelle de sortie, permettant d'accéder au port de La Pallice (une voie de circulation de la RN 537), depuis la route nationale RN 237 (axe La Rochelle vers l'Ile de Ré).
La circulation trafic sur l'ouvrage est d'environ 10 700 véhicules par jour. Le trafic poids lourd est conséquent en raison de l'activité portuaire à proximité immédiate.

Les divers diagnostics menés sur l'ouvrage ont mis en évidence une évolution de la corrosion avec des perforations sur les garde-corps métalliques existants (type S8) qui, en l'état, ne permettent plus de garantir un bon niveau de sécurité pour retenir les personnes.
Il est préconisé de remplacer ces garde-corps existants par un dispositif de retenue (DR) aux normes.
En attendant ces travaux, un dispositif de protection provisoire, type Séparateur de Voie Modulaire (SMV), a été mis en place devant les bordures de trottoirs.



Figure 1. Vue sur l'ouvrage - janvier 2025

L'indice de danger calculé pour le nouveau dispositif de retenue est égal à 35 et correspond à un niveau théorique de retenue H3 minimum. C'est à dire que le nouveau dispositif de sécurité doit être capable de retenir un véhicule léger mais aussi un véhicule plus lourd jusqu'à 16 t, là où le garde-corps existant type S8 ne permettait de retenir efficacement que des piétons.

Le Maitre d'Ouvrage souhaite un nouveau dispositif de retenue métallique avec des solutions de raccordement à la section courante.

C'est dans ce cadre qu'il a été demandé à Sixense Engineering de mener une étude afin de définir le niveau de retenue le plus adapté à la structure de l'ouvrage existant et à l'enveloppe financière affectée à l'opération estimée à 120 000 € HT.

Pour cela, l'étude est conduite à partir d'une sélection de modèles de dispositifs de retenue de classe H4, H3, H2 et H1 marqués CE et disposant de solutions de raccordement à l'extérieur de l'ouvrage certifiées NF.

Une analyse multicritère pertinente est ensuite établie afin d'aider le Maitre d'Ouvrage dans le choix du dispositif de retenue à mettre en œuvre.

II - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

II.1 - Identification de l'ouvrage

Nom de l'ouvrage :	Pont du Saut de Mouton
Département :	Charente-Maritime (17)
Voie portée :	RN 537 – PR 0+629 (Bretelle de sortie de la RN 237)
Voie franchie :	RN 237 – PR 5+929
Commune :	La Rochelle
Service gestionnaire :	DIR Atlantique – SOA

II.2 - Principales caractéristiques de l'ouvrage

Nature de l'ouvrage :	Passage Supérieur en Dalle Précontrainte (PSDP)
Période de construction :	1987
Longueur du tablier :	57,65 m dans l'axe
Largeur totale du tablier :	9,00 m (coupe droite)
Biais :	140.019 g avec tablier courbe
Nombre de travées :	4 (13,20 – 16,50 – 15,70 – 11,00 m)
Nombre d'appuis :	2 Culées et 3 piles en béton armé, fondées superficiellement
Appareils d'appui :	4 appareils d'appui en élastomère fretté par appui
Largeur de la chaussée sur ouvrage :	8,00 m (coupe droite)
Joint de chaussée :	Joints à hiatus
Largeur des trottoirs de service :	2 x 0,50 m
Joint sur trottoir :	Joints à hiatus
Corniches	Corniches préfabriquées en béton armé
Dispositifs de retenue :	Garde-corps métalliques de type S8 sur les corniches, prolongés hors ouvrage par des glissières de sécurité métalliques
Dispositif d'évacuation des eaux :	Les eaux de ruissellement s'écoulent sur la plateforme et sont canalisées gravitairement le long des bordures de trottoirs, pour ensuite s'évacuer sur les remblais d'accès à l'ouvrage sans dispositifs particuliers.
Tirant d'air :	6,40 m minimum
Réseaux sur l'ouvrage :	Non identifié sur l'ouvrage
Divers :	Réseau électrique aérien Très Haute Tension à proximité

II.3 - Localisation de l'ouvrage

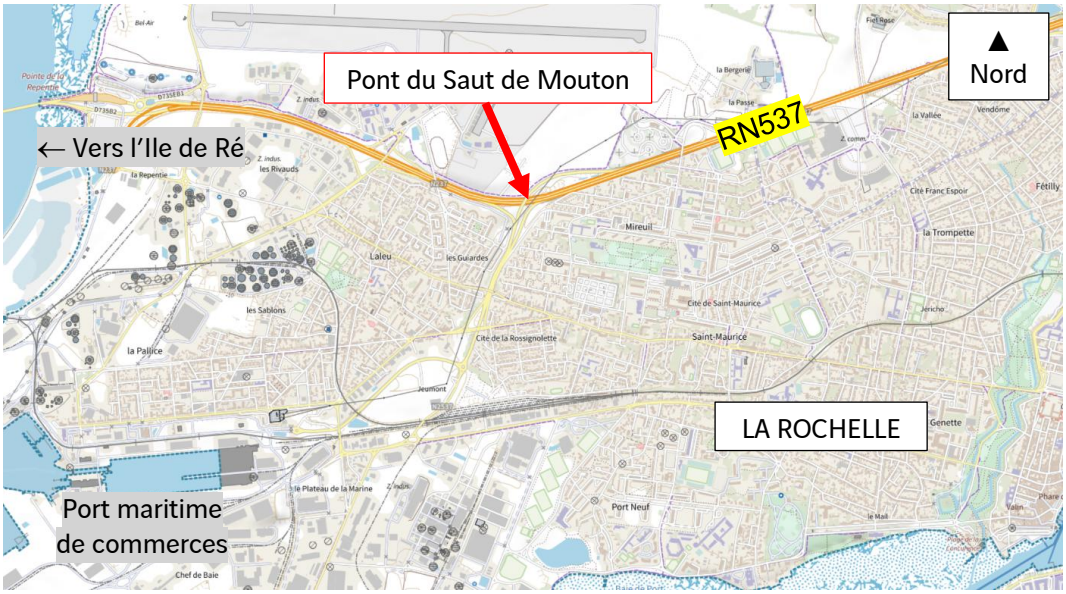


Figure 2. Localisation de l'ouvrage (extrait de carte IGN)

II.4 - Convention de repérage

Nota : La convention de repérage est extraite de la dernière inspection détaillée de l'ouvrage.
Elle est différente de celle indiquée dans les plans d'archives (C4 au lieu de C1 et C5 au lieu de C0 par exemple).

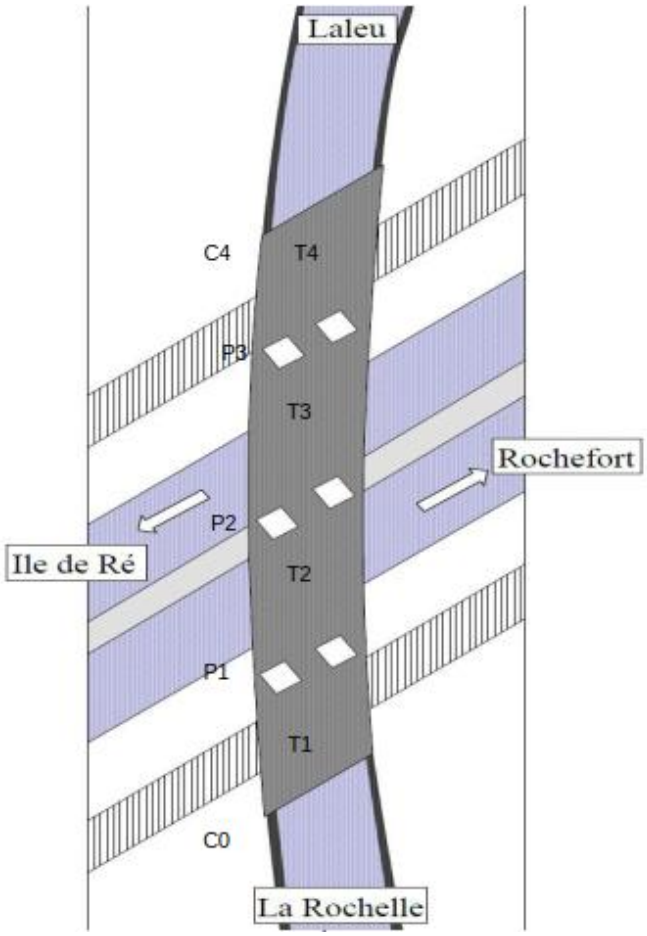


Figure 3. Convention de repérage sur l'ouvrage

II.5 - Vie de l'ouvrage

II.5.1 - Construction de l'ouvrage

Entreprise constructrice	:	Inconnu (Bureau d'étude : L'Entreprise Industrielle)
Date (ou époque) de construction	:	1987
Date de mise en service	:	/

II.5.2 - Surveillances et diagnostics

Date	Type de surveillance	Commentaires
2021	Inspection détaillée	Réalisée par le CEREMA *Extrait conclusion : « L'inspection de l'ouvrage n'a pas mis en évidence de désordre ni de pathologie pouvant remettre en cause le niveau de service de l'ouvrage à court ou moyen terme. Néanmoins, elle a révélé un problème de sécurité lié à l'état de corrosion des garde-corps. Quelques travaux d'entretiens courant et spécialisé sont par ailleurs à réaliser. »*
2016	Inspection détaillée	Réalisée par le DRLC d'Angers *Document non transmis pour l'étude*
2008	Inspection détaillée	Réalisée par le LRPC de Bordeaux *Document non transmis pour l'étude*

II.5.3 - Travaux d'entretien et de réparations

Non connus.

II.5.4 - Modifications apportées à l'ouvrage

Non connues.

II.6 - Plans de l'ouvrage

Les plans de l'ouvrage existant sont joints en annexe « Cahier de plans ».
La coupe transversale droite de l'existant est la suivante :

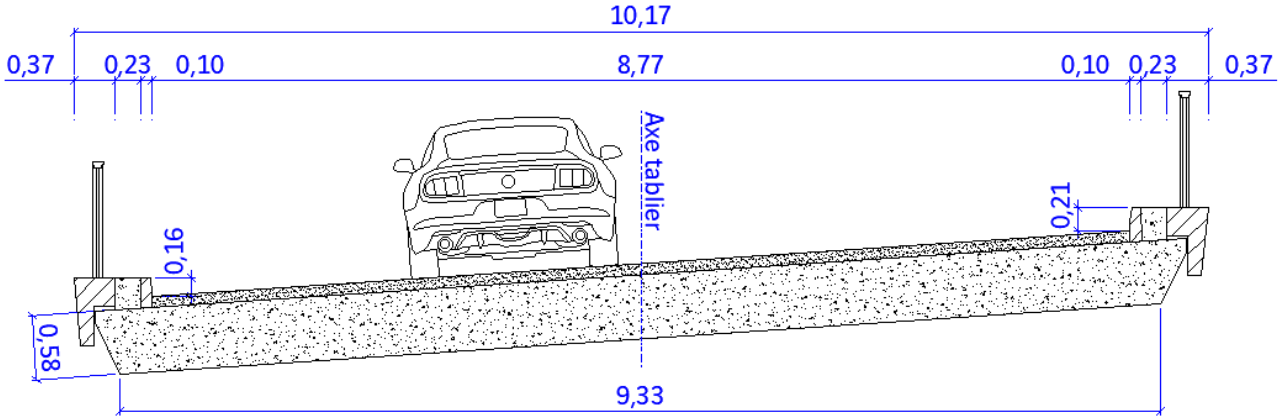


Figure 4. Coupe transversale type du tablier

II.7 - Vues de l'ouvrage

https://maps.app.goo.gl/ZzJScrqk2uR4s5Eq9



Figure 5. Vue de l'élévation de l'ouvrage (source : Google Street View janvier 2023)



Figure 6. Vue sur l'ouvrage (source : Google Street View février 2023)



Figure 7. Vue à l'approche sur l'ouvrage depuis la RN 237 (source : Google Street View février 2023)



Figure 8. Vue à l'approche sur l'ouvrage coté La Pallice (source : Google Street View février 2023)

II.8 - Dossier d'Ouvrage

Le tableau ci-après liste les documents fournis et donne une indication sur les documents qui ont un intérêt plus ou moins important vis-à-vis du projet :

Date	Désignation	BET / Entreprise	Référence	Intérêt
Plans DCE				
24.08.78	Plan d'ensemble	/	/	
27.03.1979	Plan d'ensemble	DDE	Pièce n°1	
27.03.1979	Coupe Transversale	DDE	Pièce n°2	
		DDE	Pièce n°3	
/	Piles avec des notes manuscrites	/	/	
27.03.1979	Piles	DDE	Pièce n°4	
		DDE	Pièce n°5	
	Profil en long – liaison Ré-Continent	DDE	Pièce n°2.3	
Plans d'exécution				
12.10.79	Implantation	L'Entreprise Industrielle	N°1.01 – indice 0	
5.12.79	Plan d'ensemble	L'Entreprise Industrielle	N°1.02 – indice a	★★★
22.10.79	Piles – COFFRAGE	L'Entreprise Industrielle	N°1.03 – indice 0	
5.11.79	Semelles piles - ARMATURES	L'Entreprise Industrielle	N°1.04 – indice B	
25.10.79	Piles - ARMATURES	L'Entreprise Industrielle	N°1.05 – indice A	
31.10.79	Culées – COFFRAGE	L'Entreprise Industrielle	N°1.06 – indice	★
29.11.79	Semelle et futs culées - ARMATURES	L'Entreprise Industrielle	N°1.07 – indice 0	
05.11.79	Culées – Chevêtres – murs en retour - ARMATURES	L'Entreprise Industrielle	N°1.08 – indice 0	★★★
Xx12.79	Tablier - CABLAGE	L'Entreprise Industrielle	N°1.09 – indice 0	★★★
15-01-80	Tablier – FERRAILLAGE	L'Entreprise Industrielle	N°1.10 – indice A	★★★
29-01-80	Corniches – Garde-corps	L'Entreprise Industrielle	N°1.11 – indice A	★★★
22-04-80	Dalles de transition	L'Entreprise Industrielle	N°1.12 – indice 0	★★
22-04-80	Perrés	L'Entreprise Industrielle	N°1.13 – indice 0	★
Levé topographique				
06.09.2010	Levé topographique	Jean-François VATRE	Dossier n°12250	★★★
Surveillance				
09/2021	Inspection Détaillée Périodique	CEREMA	21-OC-0015-6 _ Indice 1	★★
2016	Inspection détaillée	DRLC Angers	Listé dans l'IDP mais non communiqué	-
2008	Inspection détaillée	LRPC de Bordeaux	Listé dans l'IDP mais non communiqué	-

Légendes :

★ : document présentant peu d'intérêt dans le cadre de l'étude

★★ : document présentant un intérêt dans le cadre de l'étude

★★★ : document présentant beaucoup d'intérêt dans le cadre de l'étude

II.9 - Etat de conservation de l'ouvrage

II.9.1 - Inspection Détaillée de 2021

L'ouvrage a été noté 2E-S suivant le Guide IQOA lors de la dernière inspection détaillée de l'ouvrage réalisée par le CEREMA en 2021 (visite du 8 septembre 2021).
La note a été justifiée compte-tenu de l'état de corrosion des garde-corps métalliques avec perforation, qui ne permet plus d'assurer correctement leur rôle de retenue.

Rappel de la conclusion de la dernière inspection détaillée de 2021 :

« L'inspection de l'ouvrage n'a pas mis en évidence de désordre ni de pathologie pouvant remettre en cause le niveau de service de l'ouvrage à court ou moyen terme. Néanmoins, elle a révélé un problème de sécurité lié à l'état de corrosion des garde-corps. Quelques travaux d'entretiens courant et spécialisé sont par ailleurs à réaliser. Le vieillissement naturel des garde-corps et leur exposition aux intempéries (pluie, vent…), ainsi qu'un possible manque d'entretien ont entraîné de la corrosion perforante qui s'est généralisée depuis la dernière inspection détaillée. Ainsi, une protection provisoire doit être mise en œuvre immédiatement et une réflexion doit être engagée dans la foulée sur le remplacement de ces garde-corps, car, en l'état, ils n'assurent plus leur fonction initiale vis-à-vis des différents usagers.

Les désordres observés, sur les différentes parties d'ouvrage, liés à la corrosion des armatures de béton armé représentent un linéaire total de 3,3 m (aciers apparents). Ceux-ci sont à purger et à ragréer selon les règles de l'art, (NF P95-101), (corniches, intrados dalle, piles, murs garde grève, bossages de certains appareils d'appui).

L'altération des appareils d'appui, due au vieillissement naturel, est reflétée par les gerçures de la plupart des feuillets d'élastomère. Le décollement observé lors de la dernière inspection sur les appareils d'appui des culées, n'a pas été, cette fois, noté.
Une visite des appareils d'appui (corrélée à la mesure des ouvertures des joints de chaussée) pourrait être organisée en période hivernale au niveau des culées pour confirmer leur bon fonctionnement, qui posait notamment question lors de la dernière inspection.

Les fissures de retrait sur les murs de front des culées, observées en 2015, n'ont pas fait l'objet d'une observation particulière. Il se peut que la présence de salissures et/ou de graffitis ait gêné la visualisation de ce constat (mais, de toute évidence, il n'existe pas de fissuration d'ouverture significative sur ces parties d'ouvrage). Ce qui signifie également que les fissures ont probablement peu ou pas évolué.

Un nettoyage de l'ouvrage et de ses abords est à prévoir (végétation sur les perrés des culées, végétation sur bordures sur ouvrage, présence de graviers dans les joints de chaussée, végétation dans les avaloirs d'évacuation des eaux de ruissellement aux abords de l'ouvrage, nettoyage des graffitis sur les murs de front de la culée et la joue de la dalle…). »

II.9.2 - Autres désordres identifiés en rive du tablier en lien avec le remplacement des garde-corps

Liste des principaux désordres identifiés en 2021 et potentiellement à traiter lors des travaux de remplacement des dispositifs de retenue :

- Sur les trottoirs ;
  - Un décollement quasi-généralisé entre les bordures et le corps des trottoirs d'accès,
  - Un éclat en formation au milieu de l'ouvrage dans le corps du trottoir côté Île de Ré,
  - L'extrémité du trottoir de service sur la culée C4, côté Ile de Ré, présente une déstructuration généralisée (descellement des bordures, tassement différentiel du corps de trottoir) ;
- Plusieurs aciers apparents à l'arrière des éléments préfabriqués des corniches en béton armé ;

II.9.3 - Autres désordres constatés lors de la visite de l'ouvrage – janvier 2025

Lors de la visite de l'ouvrage réalisée le 29 janvier 2025, il a été constaté les points suivants en lien avec l'opération :

- Des affaissements de chaussée et désorganisation avec affaissement des bordures en about des deux murs en retour coté Rochefort (de chaque côté de l'ouvrage coté intérieur courbe).
  Ces désordres sont typiques d'un affaissement/glissement des remblais d'accès dans la configuration en tête de talus.
  Il est possible que la dalle de transition soit impactée par cette déformation des sols (défaut de portance de la dalle à vérifier).
- Fissurations/fracture de l'enrobé au-dessus des dalles de transition.
- Ruissellement et stagnation d'eau sur les deux chevêtres.







III - DEFINITION DU NIVEAU DE RETENUE

III.1 - Données de trafic

Les données journalières de trafic à jour n'ont pas été transmises.

L'ouvrage supporte une voie de circulation avec environ 10 700 véhicules par jour (VL et PL).
Le trafic poids lourd est conséquent en raison de l'activité portuaire à proximité immédiate.

Il n'est pas prévu de trafic piéton sur l'ouvrage sauf exception (entretien, usager arrêté sur ou à proximité de l'ouvrage, etc.).

III.2 - Indice de Danger (ID)

Le détail du calcul de l'indice de danger réalisé par le Maitre d'Ouvrage n'a pas été transmis.

L'indice de danger calculé, par le Maitre d'Ouvrage, pour le nouveau dispositif de retenue est égal à ID=35 et correspond à un niveau théorique de retenue H3 minimum.
C'est à dire que le nouveau dispositif de sécurité doit être capable de retenir un véhicule léger mais aussi un véhicule plus lourd jusqu'à 16t, là où le garde-corps existant type S8 ne permettait de retenir que des piétons.

III.3 - Cas des ouvrages existants

Suivant l'article 4.2 de l'arrêté RNER modifié, dans le cas des ouvrages d'art existants, le choix de la classe du niveau de retenue des dispositifs mis en service est à effectuer en fonction de la structure des ouvrages.
La mise en conformité au niveau requis par la méthode de l'indice de danger peut conduire à des renforcements disproportionnés (efforts transmis par les ancrages trop importants), ou peut engendrer des déformations incompatibles avec la géométrie de l'ouvrage (efforts transmis faibles mais barrières trop souples).

Dans notre cas,
Le choix du nouveau dispositif de retenue n'est pas limité par des contraintes géométriques.
Par conséquent, suivant l'article 4.2 de l'arrêté RNER modifié, dans le cas où le choix d'un dispositif de retenue de niveau H3 nécessite des travaux de renforcements importants, le Maitre d'Ouvrage pourra envisager de choisir un niveau de retenu H2 pour limiter ces travaux.

Les dispositifs de retenue de niveau H1 se sont pas recommandés pour l'ouvrage.

Pour information mais non-recommandé dans notre cas,
L'arrêté RNER n'étant pas opposable aux ouvrages anciens, le guide du Cerema « Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art » autorisant de réduire de deux niveaux celui donné par la méthode de l'indice de danger, le maître d'ouvrage autorise de passer du niveau H3 au niveau H1, si l'installation de dispositif de niveau H3 ou H2 nécessite de réaliser des modifications disproportionnées sur l'ouvrage.
Néanmoins, sur des ouvrages neufs franchissant des autoroutes, des routes nationales ou des routes départementales de 1ère catégorie, en présence d'un trafic faible mais régulier d'engins agricoles, de bus voire de poids lourds supérieurs à 13 t, il est recommandé de prescrire un dispositif de retenue routier de niveau H2 minimum.

IV - DESCRIPTION DES DISPOSITIFS DE RETENUE EXISTANTS

IV.1 - Voie circulée protégée

La voie circulée est la bretelle de sortie permettant d'accéder au port de La Pallice depuis la RN 237.
Une s'agit d'une voie de circulation à sens unique, courbe (rayon de l'arc de cercle non identifié) et limitée à 70 km/h (panneau de circulation routière).

La largeur libre de chaussée entre bordures est de 8 m.

IV.2 - Dispositif de Retenue sur ouvrage (DR) – Garde-corps

L'ouvrage est équipé de garde-corps de type S8 fixés par des platines scellées sur les corniches en béton armé préfabriquées.
Les garde-corps respectent la courbure de l'ouvrage.
Il y a une bordure de trottoir préfabriquée devant la longrine/contre-corniche.

La configuration est identique de chaque côté du tablier et sur les murs en retour.

Rappel de l'état de conservation des garde-corps existants :

> Les divers diagnostics menés sur l'ouvrage ont mis en évidence une évolution de la corrosion avec des perforations sur les garde-corps métalliques existants (type S8) qui, en l'état, ne permettent plus de garantir un bon niveau de sécurité pour retenir les personnes.

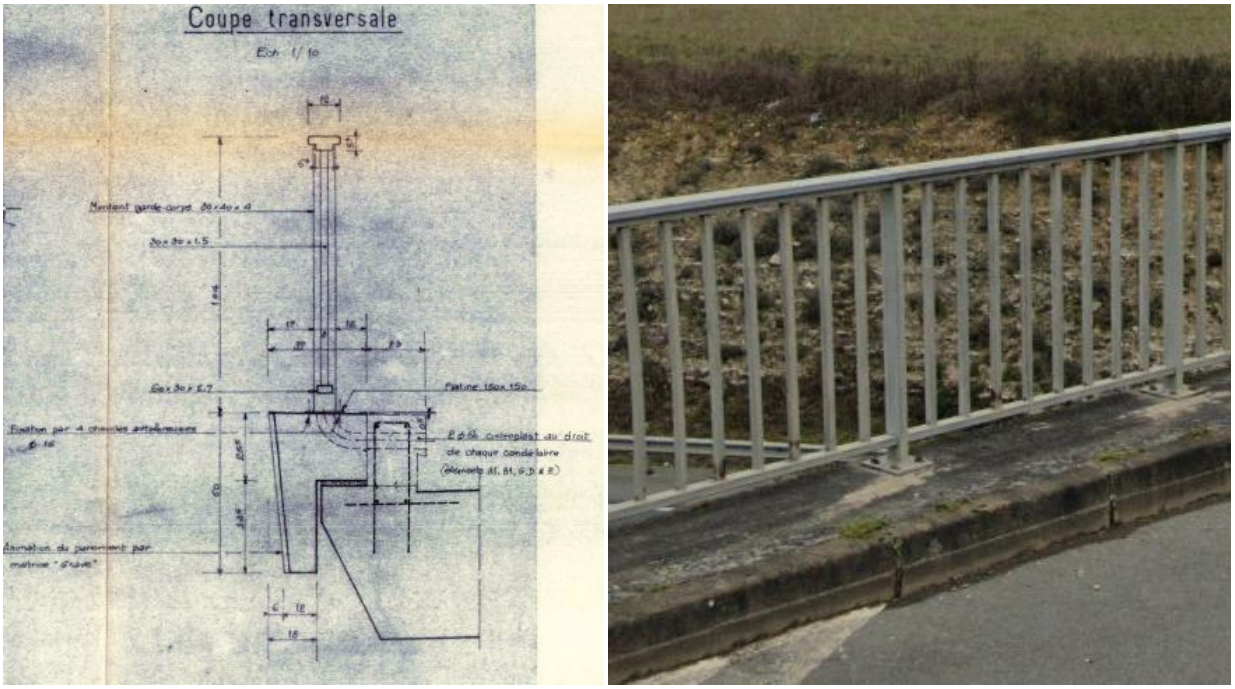


Figure 9. Coupe transversale type et vue du garde-corps en rive du tablier (extrait plan « Corniches-Garde-corps » n°1.11_A du 11/01/80)

IV.3 - Corniches et contre-corniches

Les garde-corps existants sont fixés sur les corniches béton préfabriquées de 2.15 ml en partie courante.
Ces corniches sont posées sur les rives du tablier et scellées dans des contre-corniches ou longrines béton armé (longrine coulée en place de 23 cm de largeur avec une réservation côté chaussée pour le relevé d'étanchéité).

Nota : d'après les plans d'archive, le tablier de l'ouvrage est constitué d'une dalle en béton armé (continue sur les appuis intermédiaires) avec de la précontrainte longitudinale (clavetage des têtes d'ancrage en abouts de dalle).

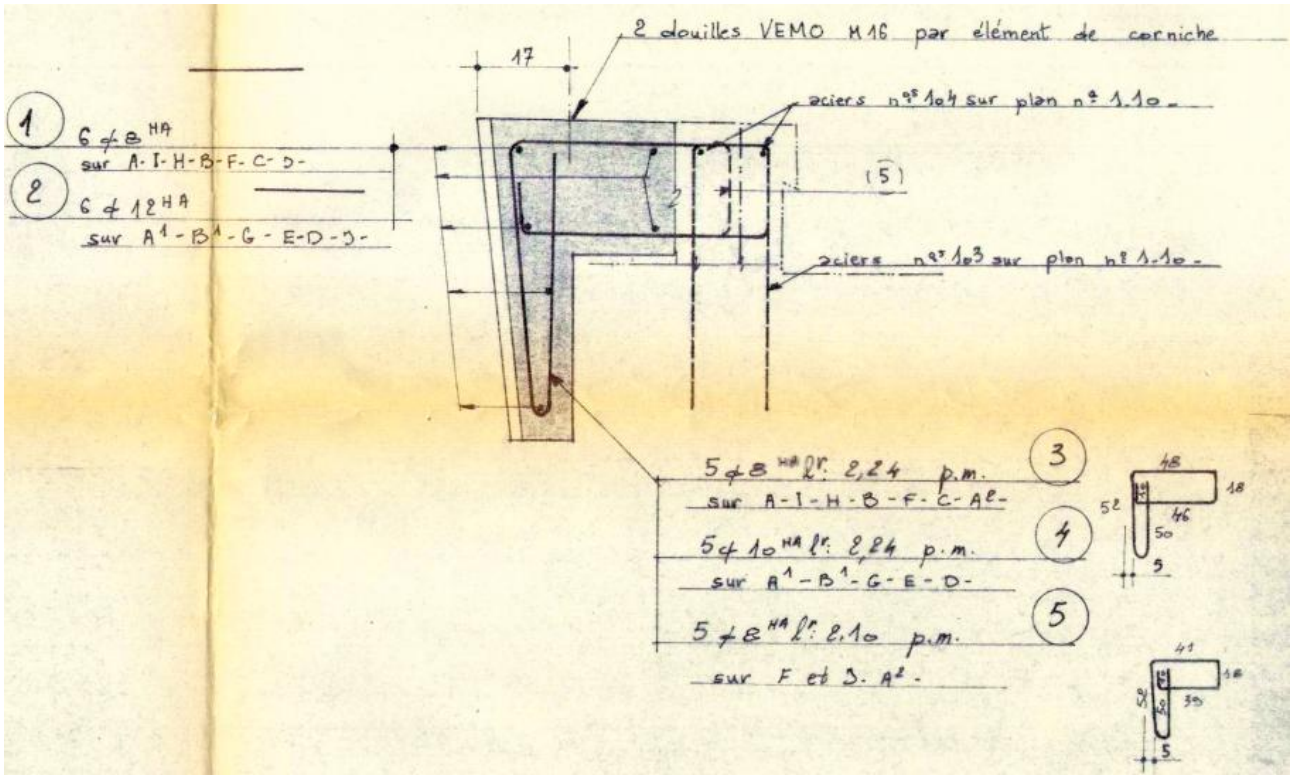


Figure 10. Détail du ferraillage de la corniche préfabriquée avec la longrine coulée en place
(Extrait plan « Corniches-Garde-corps » n°1.11_A du 11/01/80)

IV.4 - Dispositif de retenue sur ouvrage au droit du joint de dilatation du tablier

Les lisses supérieure et inférieure du garde-corps métallique sont équipées de manchons sur le montant au droit du joint de dilatation du tablier.
La plage de valeur de dilatation indiquée sur les plans d'archive au droit du manchon est « 5<d<10 ».

IV.5 - Raccordement aux dispositifs de retenue hors ouvrage et section courante

Hors ouvrage, dans les 4 angles, il y a des glissières métalliques type GS2 dans le prolongement des garde-corps dont des glissières équipées de la protection motard type SOLOSAR coté extérieur du virage.



Figure 11. Vues des raccordements dans les angles de l'ouvrage coté La Rochelle (source : Google Street View février 2023)

IV.6 - Schéma de principe des dispositifs de retenue existants

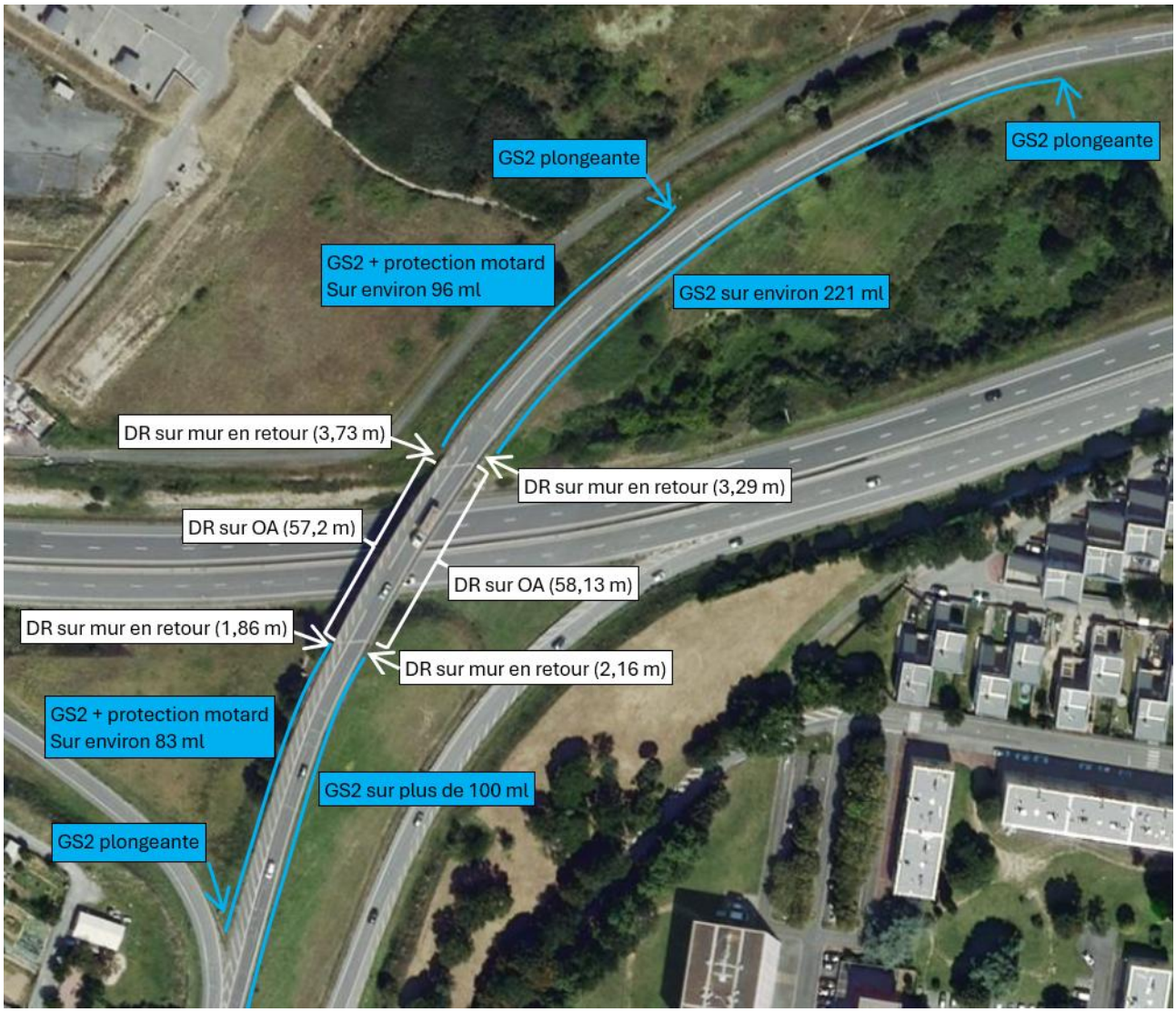


Figure 12. Vue en plan des dispositifs de retenue existants au droit de l'ouvrage

V - PRESCRIPTIONS A RESPECTER POUR LE NOUVEAU DISPOSITIF DE RETENUE

V.1 - Normes applicables

Le dispositif de retenue devra être marqué CE et respecter la norme NF EN 1317 qui définit les performances des dispositifs de retenue.
Les solutions de raccordement à l'extérieur de l'ouvrage devront être certifiées NF.

La vérification de la structure existante devra être menée conformément au corpus des Eurocodes.
Le dimensionnement des structures et/ou renforcements à réaliser devra être mené conformément au corpus des Eurocodes.

V.2 - Fonctions garde-corps

La rive du tablier devra être équipée d'un dispositif de protection des piétons (garde-corps).
Le nouveau dispositif de retenue des véhicules peut aussi assurer cette **fonction de garde-corps** pour la sécurité des piétons selon la norme XP P98 – 405.

V.3 - Systèmes de Protection pour Motocyclistes (SPM)

Une attention sera portée vis-à-vis de la **protection motocycliste dans le virage extérieur**.
Le référentiel permettant de qualifier les écrans motocyclistes ne relevant pas d'une norme harmonisée, il est impossible d'avoir de marquage CE sur un dispositif de protection motocycliste.

V.4 - Traitement du passage des joints de chaussée

Le nouveau dispositif devra être compatible avec la dilatation du tablier au droit des deux joints de chaussée pour un souffle inférieur à 10 cm (joint franc entre deux corniches préfabriquées au droit du joint de dilatation de 23 mm sur la culée C0 et de 27 mm sur la culée C4).

V.5 - Implantation transversale sur le tablier

V.5.1 - Choix de l'implantation transversale sur le tablier

Afin de respecter l'enveloppe financière donnée par le Maitre d'Ouvrage pour l'opération de remplacement des dispositifs de retenue sur l'ouvrage (120 k€) nous avons cherché des pistes d'optimisation technique et économique.

Il a été choisi d'implanter le nouveau dispositif (barrières sur longrine béton armé) sur la chaussée, devant les contre-corniches existantes.
Ce choix :

- Permet de s'affranchir des travaux de démolition de la contre-corniche béton armé, de dépose des corniches béton préfabriquées en rives du tablier ainsi que les modifications/renforcements des murs en retour et de repose de nouvelle corniche. ; et donc de minimiser le cout des travaux.
- Réduit la largeur roulable actuel de 60 à 70 cm de plus que si la corniche était déposée (tout en restant sur une largeur confortable pour une voie de circulation en sens unique).
- Crée un espace libre d'une soixantaine de centimètres, derrière le dispositif, sur la corniche, qui pourrait potentiellement être emprunté par des piétons avec un vide au-dessus de la Route Nationale (pas de garde-corps). Une telle largeur et configuration ne semble cependant pas incitative.

A titre indicatif, l'estimation financière des travaux de démolition des corniches/contre-corniches, pour implantation du nouveau dispositif en rive du tablier, est présentée dans l'analyse.

V.5.2 - Choix de la largeur de la bande d'implantation

La largeur de la bande d'implantation (L*) est la largeur de tablier réservée à la mise en place du dispositif de retenue qui peut comprendre : la longrine, la bordure de trottoir, le relevé d'étanchéité, le garde-corps, le trottoir, etc… C'est la limite entre la largeur roulable et le bord du tablier.

Généralités :

Les barrières de niveau H1 sont des barrières « souples », pas adaptées à une implantation en bord d'ouvrage.

Les barrières de niveau H2 ou supérieurs sont « peu déformables » sont mieux adaptées à une implantation en bordure d'ouvrage d'art.

La sécurité des piétons vis-à-vis des risques de chute en bord d'ouvrage doit également être assurée.

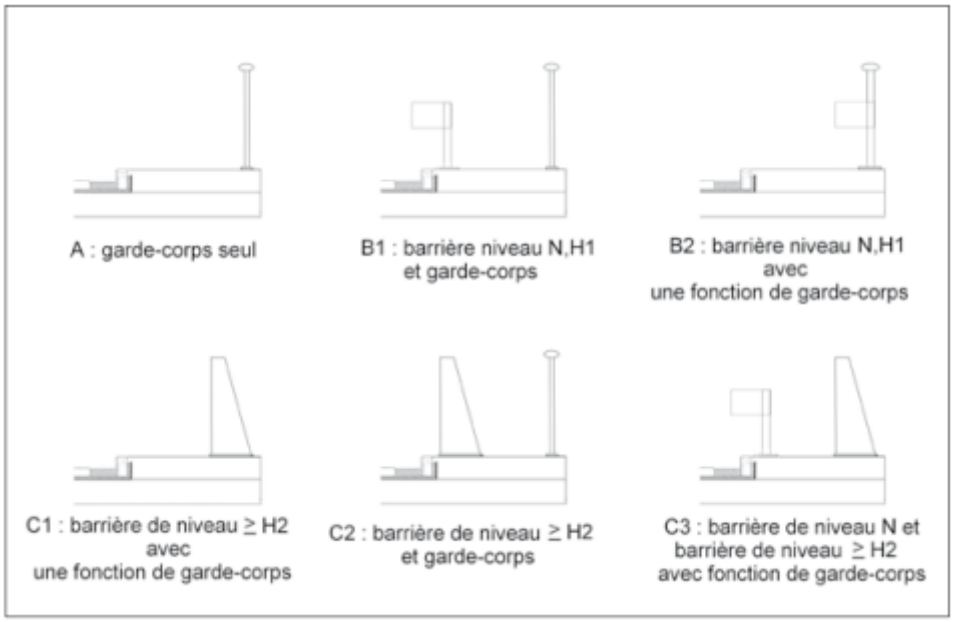


Figure 13. Principales combinaisons de dispositifs en rive de l'ouvrage (extrait du guide CEREMA)

Dans notre cas,

Combinaisons écartées :

A : configuration existante ;

B2 : nous n'avons pas trouvé de barrière de niveau H1 avec fonction garde-corps ; de plus, la largeur d'une platine de fixation d'un montant de barrière H1 est supérieure à la largeur de la contre-corniche existante, par conséquent une nouvelle longrine est à créer devant ;

C2 et C3 ; il n'est pas envisagé de trottoir sur ouvrage et il existe sur le marché des barrières avec fonction garde-corps.

Deux combinaisons sont à étudier suivant le niveau de retenue envisagé, à savoir :

- B1 : Barrière de niveau H1 et garde-corps en arrière ;
- C1 : Barrière de niveau supérieur ou égal à H2 avec une fonction garde-corps.

Le Maitre d'Ouvrage souhaite conserver la plus grand largeur roulable possible, en configuration de projet, pour une voie de circulation en courbe (nota : la largeur roulable existante est de 8.0 m).

V.5.3 - Cas de barrière de niveau supérieur ou égal à H2 avec une fonction garde-corps

L'ouvrage ne comporte pas d'obstacle à l'arrière de la barrière pouvant perturber son fonctionnement ou devant être protégés.
Par conséquent, il n'y a pas lieu de limiter la largeur de fonctionnement (W) et/ou l'intrusion du véhicule (VI).

Approche sécuritaire :
Le guide du Setra recommande de vérifier que la partie avant de la barrière ne se déforme pas au-delà du bord de la structure afin que les roues du véhicule dans les conditions de l'essai de choc normalisé restent sur l'ouvrage.
Il est conseillé de dimensionner la bande d'implantation en vérifiant que la déflexion dynamique (Dn) est inférieure à la distance entre le nu avant de la barrière et le bord arrière de la longrine.
Cette approche sécuritaire, est motivée par la volonté de ne pas avoir de vide entre la barrière déformée et le tablier, afin d'éviter toute chute de personne, avant la mise en sécurité des lieux.

A ce jour, les distances de déflexion dynamique proposées vont de 0 m à 3,5 m suivant le DR.
Le choix de ce critère de déformation peut donc conduire à réduire la largeur roulable sur l'ouvrage.

Cette bande L* doit comprendre la largeur minimum de la longrine prescrite par le fabricant.

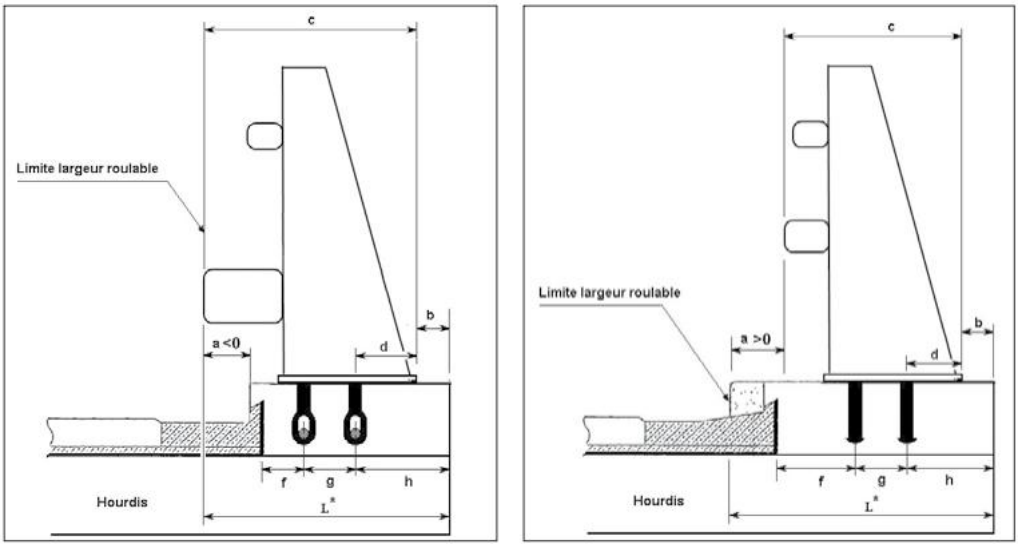


Figure 14. Largeur de la bande L dans deux configurations*

Pour information, ci-dessous une liste des barrières de niveau H3 recensées sur le marché et certifiées CE.

Nom du produit	*Fabricant*	*Niveau de retenue*	*Largeur de longrine minimum*	*DN*	*WN (classe)*	*VIN (classe)*	*ASI*
OVALIE H3 avec barreaux	*ROUSSEAU*	*H3*	*0.82*	*0.9*	*W5*	*VI5*	*B*
OVALIE H3 avec grillage	*ROUSSEAU*	*H3*	*0.82*	*0.9*	*W4*	*VI4*	*B*
H3BPW5_3N	*MARCEGAGLIA B.*	*H3*	*0.60*	*1.4*	*W5*	*VI6*	*B*
H3BPW5+EPC	*MARCEGAGLIA B.*	*H3*	*0.60*	*1.4*	*W5*	*VI6*	*B*
H3BPW5+EPC	*MARCEGAGLIA B.*	*H3*	*0.60*	*1.4*	*W5*	*VI6*	*B*
BPL71 + grillage H2m	*TUBOSIDER*	*H3*	*0.60*	*1.2*	*W5*	*VI8*	*B*
META 16	*METALESA*	*H3*	*0.63*	*0.7*	*W3*	*VI5*	*B*

Dans notre cas,
Nous préconisons d'implanter la longrine support des barrières en rive du tablier devant les contre-corniches (pour minimiser les travaux sur ouvrage) et donc de ne pas respecter la bande d'implantation sécuritaire (L*) qui englobe la déflexion dynamique de la barrière en cas de choc
En effet, ce choix peut être argumenté à partir des points suivants :

- Une largeur libre trop importante derrière la barrière pourrait poser la question d'implanter, en complément de la barrière, un garde-corps sur la corniche pour la sécurité des piétons (combinaison C2 dans le paragraphe ci-avant).
- La largeur de la contre-corniche (23 cm) scellée au tablier peut être prise en compte dans la bande d'implantation (L*).
- La largeur de la corniche (37 cm) scellée à la contre-corniche, ne peut pas être prise en compte dans la bande d'implantation en tant que telle (elle n'est pas justifiée pour supporter une roue dessus en cas de choc par exemple) mais elle peut supporter la charge d'un piéton si nécessaire.
- Pour un niveau de retenue H3, il est théoriquement peu probable de se retrouver dans les conditions de l'essai de choc normalisé d'un camion à 80 km/h car la chaussée est limitée à 70 km/h. Par conséquent, en cas de choc, la déformation de la barrière sera moindre.
- Une analyse plus fine est toutefois possible en tenant compte de la position réelle de la roue du véhicule lors du choc et de la déformation de la partie inférieure de la barrière qui dépendra du modèle retenu (schéma ci-dessous pour la compréhension).

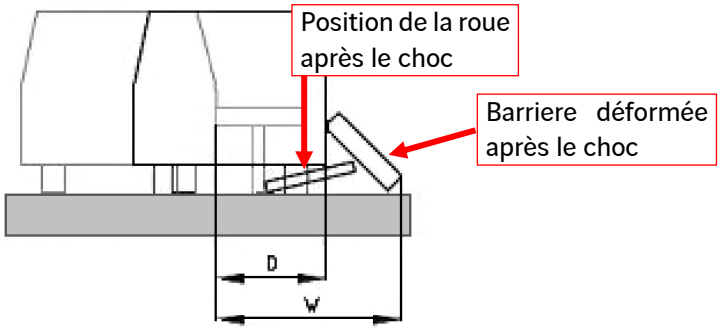


Figure 15.mesure de la déflexion dynamique (D), de la largeur de fonctionnement (W) et la position de la roue

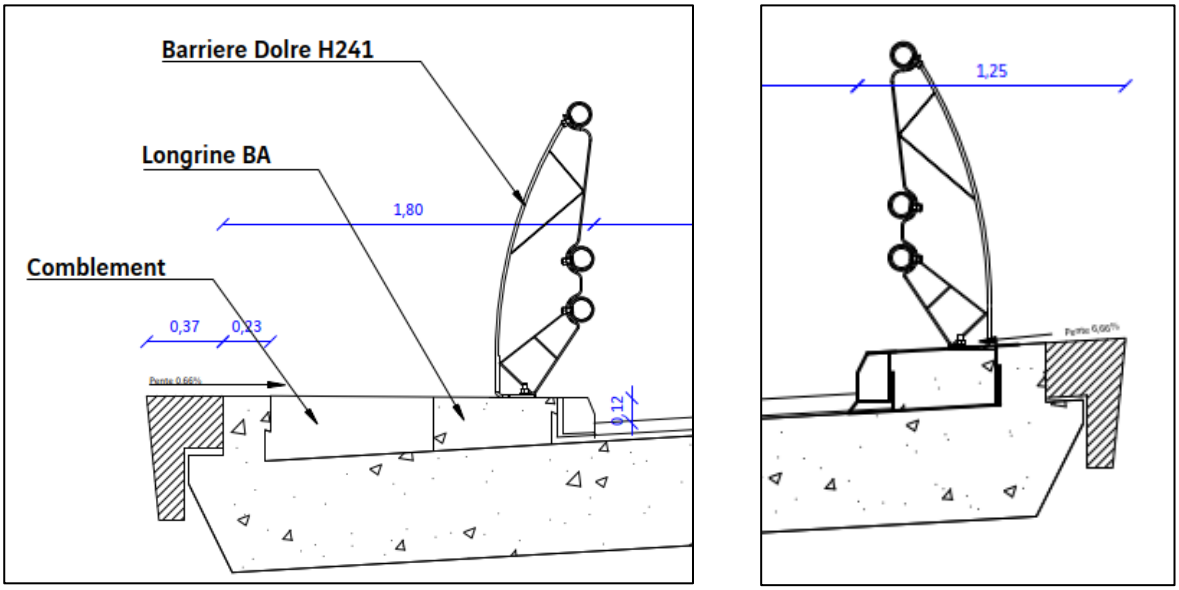


Figure 16. Exemple des coupes types en rive du tablier avec l'approche sécuritaire à gauche et l'approche modérée à droite

A titre indicatif, les caractéristiques techniques des barrières de sécurité routière latérale en acier BN4 (barrière régulièrement implantée en bord d'ouvrage sur les ouvrages autoroutiers) donnent une largeur de fonctionnement normalisée (W) de 0,50 m en tête et 0,40 m en pied de montant.

V.5.4 - Cas de barrière de retenue H1 et d'un garde-corps en rive

Les barrières de niveau H1 sont souples et ne sont pas adaptées à une implantation en bord d'ouvrage.
De plus, elles doivent être associées à un garde-corps en arrière.
Par conséquent, la largeur de fonctionnement (W) doit être prise en compte entre les deux dispositifs.

Il est conseillé de retenir une largeur de service de 1 m minimum.

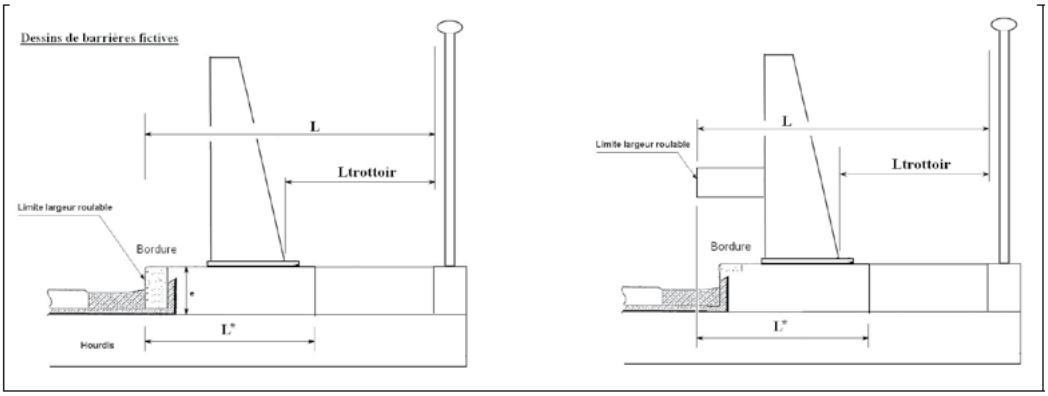


Figure 17. Implantation d'un DR de niveau H1 accompagné d'un garde-corps

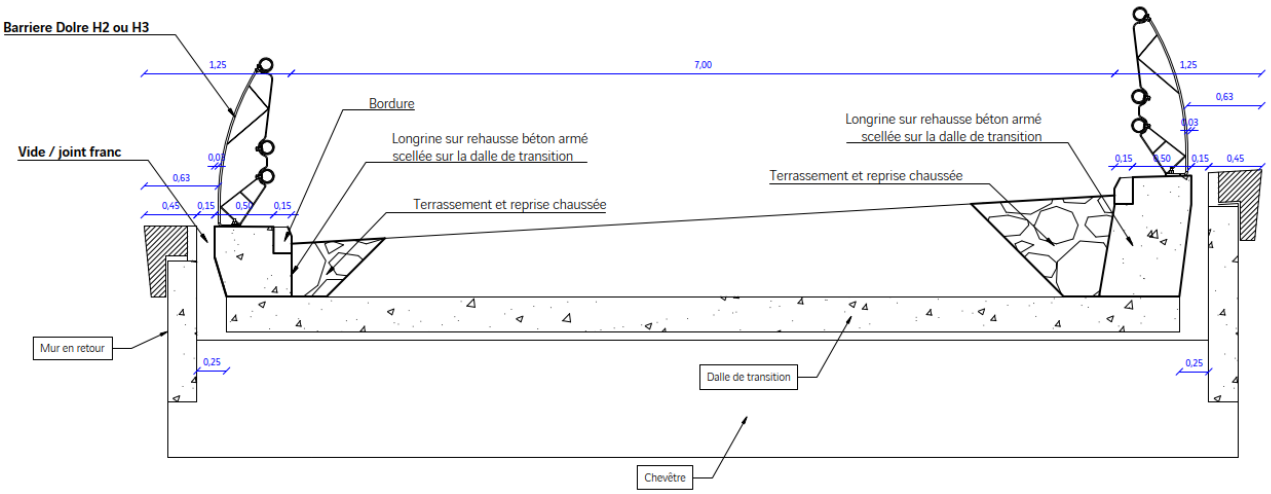
V.6 - Implantation transversale au droit des murs en retour

V.6.1 - Cas de barrières de niveau supérieur ou égal à H2 avec une fonction garde-corps

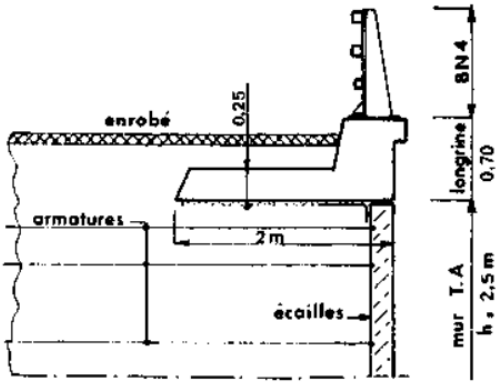
Dans le cas d'une implantation de la nouvelle barrière sur le tablier devant la contre-corniche conservée, la nouvelle barrière, hors tablier, entre les murs en retour, sera située au-dessus des dalles de transition.

Par conséquent, un nouvel ouvrage solidaire à la structure existante devra être créé pour supporter les extrémités des DR (hors tablier mais lié à l'ouvrage) en particulier après le passage des joints de dilatation.

- A ce stade du projet, la solution privilégiée serait de créer des longrines sur les dalles de transition, donnant à l'ensemble une forme de « U » avec des relevés dimensionnés pour reprendre la sollicitation des DR en rive.
  Néanmoins, cette solution reste sous réserve de l'état de conservation des dalles de transition existantes qui n'est pas garanti compte-tenu des désordres/affaissements de chaussée constatés en about des murs en retour coté Rochefort (défaut de portance des dalles ?). Une réparation des dalles et des travaux d'injections pourrait être à prévoir.

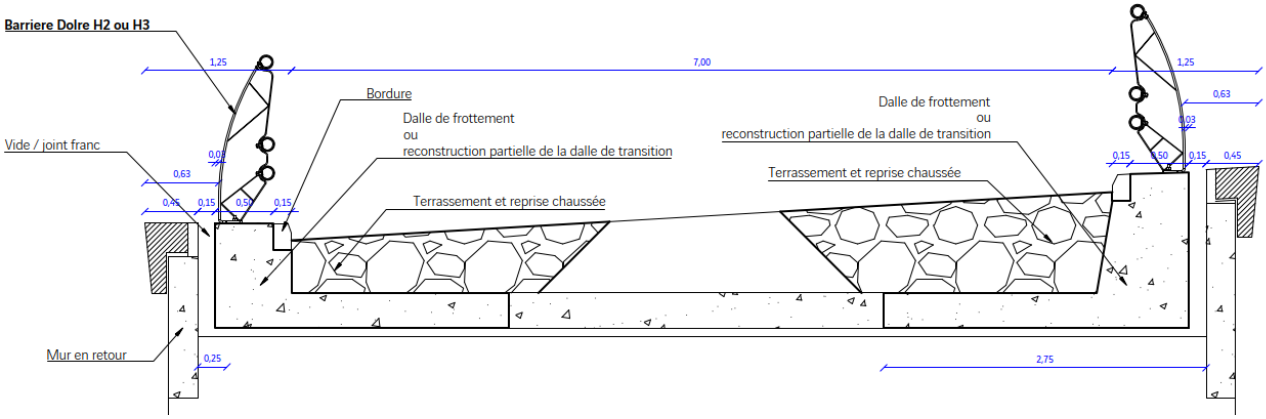


- Une solution de dalle de frottement devant le mur en retour (schéma de principe ci-dessous) ne fonctionne pas en l'état compte-tenu de la présence de la dalle de transition dans la même emprise.



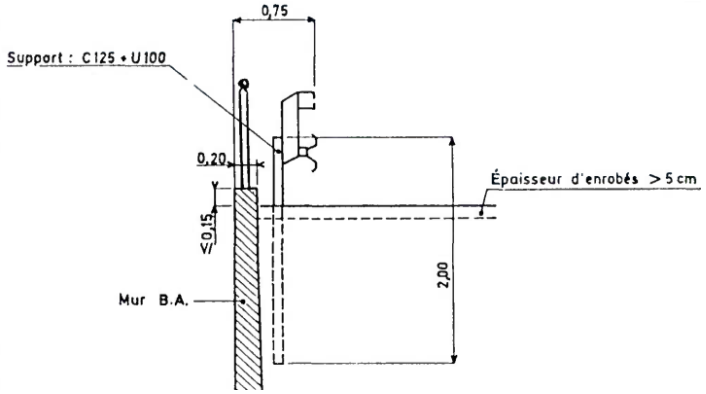
Néanmoins, la largeur roulable étant limitée par rapport à celle de l'ouvrage, une découpe des extrémités latérales des dalles de transition pour libérer de l'espace aux longrines de frottement pourrait être envisagée.

La dalle de frottement est à adapter pour tenir compte de la géométrie de l'existant et de la nécessité d'aligner les dispositifs de retenue avec ceux présents sur l'ouvrage.



Solutions écartées :

- L'ancrage des DR avec une fiche entre le mur en retour et la dalle de transition (schéma de principe ci-dessous) n'est pas envisageable car le DR ne serait plus aligné avec celui implanté sur le tablier. De plus, avec cette solution, une partie des efforts du DR serait reportée sur les murs en retour qui seraient alors à justifier et vraisemblablement à renforcer (élément en porte-à-faux sur le chevêtre).



- Compte-tenu de l'écart entre le mur en retour et l'alignement des DR sur tablier, la solution d'une longrine, fixée sur le mur en retour, est écartée car jugée non viable. En effet, cette solution entrainerait des travaux disproportionnés similaires à une reconstruction des murs en retour, qui ne sont pas dimensionnés pour reprendre l'effort de choc apporté par le DR.

V.6.2 - Cas de barrières de retenue H1 et d'un garde-corps en rive

Le garde-corps sera à prolonger sur les murs en retour.

La fixation du DR de niveau H1 pourrait se faire sur la dalle de transition avec une platine et une rehausse.

Cette solution reste sous réserve de l'état de conservation des dalles de transition existantes qui semblent douteuses compte-tenu des désordres/affaissements de chaussée constatés en about des murs en retour coté Rochefort (défaut de portance des dalles ?).

V.7 - Implantation transversale, hors ouvrage, en crête de talus

La chaussée hors ouvrage est en remblais.

Les dispositifs de retenue hors ouvrage, et hors zone d'influence de la dalle de transition, seront fichés dans le sol (remblais).

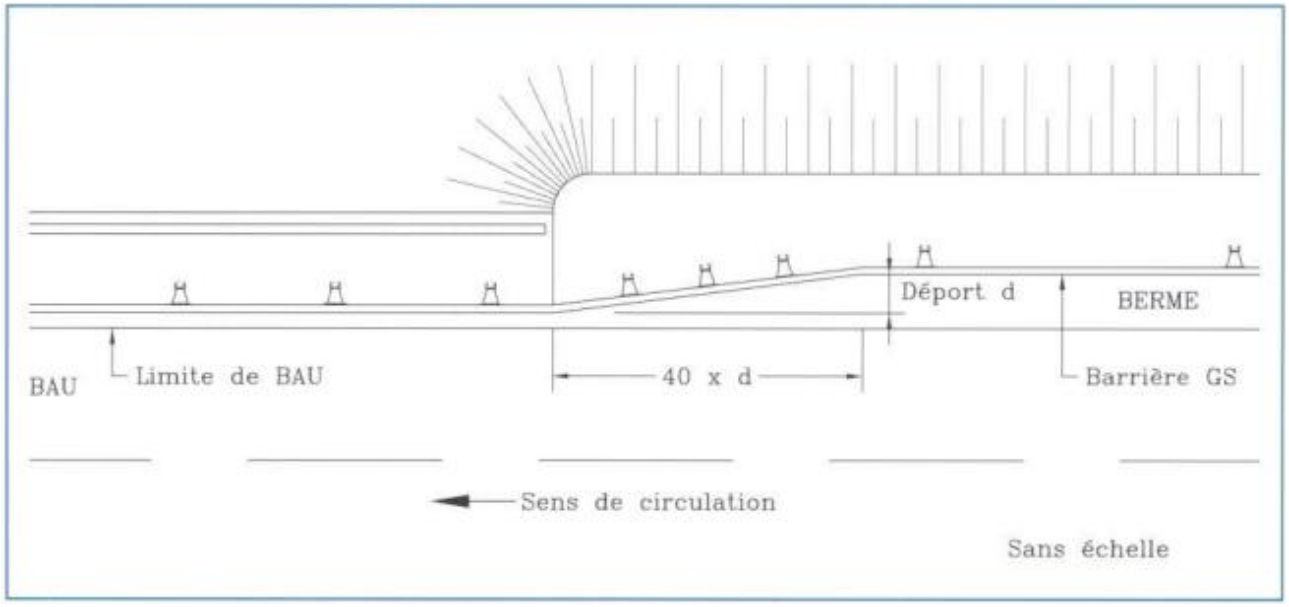
L'implantation du dispositif de retenue doit respecter la largeur de déflexion dynamique de la barrière envisagée par rapport à la crête du talus.

V.8 - Implantation longitudinale

Les barrières devront suivre la courbe de la chaussée.

Le fabricant devra disposer de solutions de raccordement à l'extérieur de l'ouvrage certifiées NF pour se raccorder sur les glissières métalliques existantes de niveau N2.

Les désalignements de barrière seront traités en respectant le guide du SETRA, en particulier pour les raccordements à l'existant.



V.9 - Géométrie de la longrine béton armé

Une longrine sera nécessaire comme support des nouvelles barrières.
Elle sera équipée d'un relevé d'étanchéité.

Hauteur :
Sous réserve des prescriptions du fabricant, la nouvelle longrine aura une hauteur de 10 cm minimum, hors épaisseur d'enrobé, et avec une réservation pour réaliser le relevé d'étanchéité.

Largeur :
Pour les dispositifs de retenue supérieurs ou égal à H2, la largeur minimum des longrines est imposée par les fabricants (de 0,50 m à 0,90 m).

Pour les dispositifs de retenue H1, la largeur de la longrine devra être adaptée au choix de la platine du fabricant et respecter les conditions d'enrobage et de scellement des armatures en attente.
A titre indicatif, la longrine devra avoir une largeur d'environ 35 cm minimum pour une platine 250 x 200 mm.

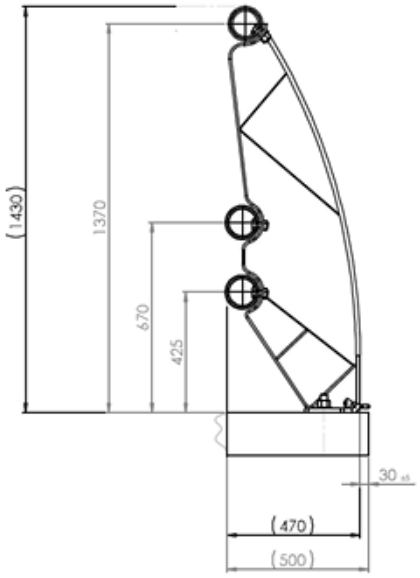
VI - MODELES DE DISPOSITIFS DE RETENUE ETUDIES

VI.1 - Niveau de retenue H3 minimum (glissière métallique)

VI.1.1 - H4b – « DOLRE H464 » (DESAMI)

La solution est présentée car elle engendre de faibles efforts sur le tablier.





DOLRE H464
Fabricant : DESAMI SPRL

Niveau de retenue H4b
Sévérité au choc : B
Largeur de fonctionnement : W6
Déflexion dynamique maximal : Dm = 1,7 m
Intrusion du véhicule : VIn = VI8

Norme européenne CE EN 1317

Largeur de la longrine 50 cm minimum

Sollicitation en pied de poteau :
Moment = 21 kN.m
Horizontale = 84 kN
Entraxe entre poteau : 1.5 m minimum.

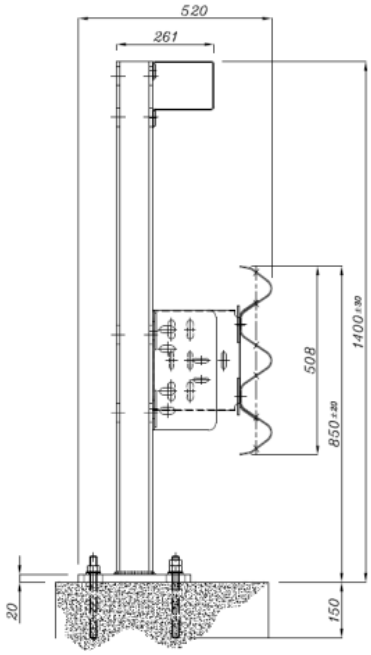
[Source : DESAMI France / DOLRE H464]

Autres dispositions :

- Fonction garde-corps avec remplissage (grillage par exemple).
- Protection motard possible avec un remplissage sous la lisse inférieure y compris sur le raccordement à la section courante.
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol :
  - DOLRE H4 –> H2 W2 BRL 104 certifié NF – certification n°RACC-07-61 (niveau H2)
  - H2 W2 BRL 104 -> N2 W3 BRL41 certifié NF – certification n°RACC-07-28 (niveau N2)
  - N2 W3 BRL41 –> GS2 certifié NF – certification n°RACC-07-02 (niveau N2)

VI.1.2 - H3 – « BPL71» (DESAMI)





[Source : H3W5 - BPL71 | DESAMI France]

Fabricant : DESAMI

Spécificités techniques BPL71	
Niveau de retenue	H3
Largeur de fonctionnement	W5 (1,5 m)
Indice de choc ASI	B
Intrusion du véhicule	VI8 (<3,5 m)
Hauteur du dispositif	1,4 m (hors marche)
Encombrement du dispositif	52 cm
Débord arrière nécessaire	8 cm

Dn = 1,2 m

Largeur de la longrine 60 cm minimum

Sollicitation en pied de poteau :

Moment = 41 kN.m

Horizontal = 164 kN

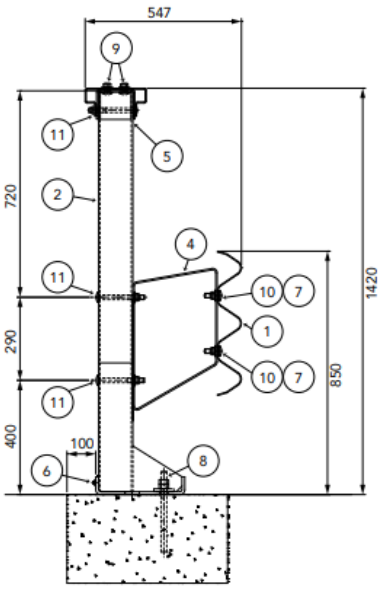
Entraxe entre poteau : 2.25 m

Autres dispositions :

- Fonction garde-corps avec remplissage (grillage par exemple).
- Protection motard possible avec un remplissage sous la lisse inférieure y compris sur le raccordement à la section courante.
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol :
  - H3 W5 BPL71 –> H3 W5 BRL65 certifié NF – certification n°RACC-07-18 (niveau H3)
  - H3 W5 BRL65 -> N2 W3 BRL41 certifié NF – certification n°RACC-07-05 (niveau N2)
  - N2 W3 BRL41 –> GS2 certifié NF – certification n°RACC-07-02 (niveau N2)

VI.1.3 - H3 – « H3 W5 BP » (MARCEGAGLIA / TERTU)





H3 W5 BP
Fabricant : MARCEGAGLIA / TERTU

Niveau de retenue H3
Sévérité au choc : B
Largeur de fonctionnement : W = 1,7 m W5
Déflexion dynamique maximal : Dm = 1.4 m
Intrusion du véhicule : VIn = 2,1 m (VI6)

Norme européenne CE EN 1317

Largeur de la longrine 60 cm minimum

Sollicitation en pied de poteau :
Moment = 66.24 kN.m
Horizontal = 65.08 kN
Entraxe entre poteau : 2.25 m

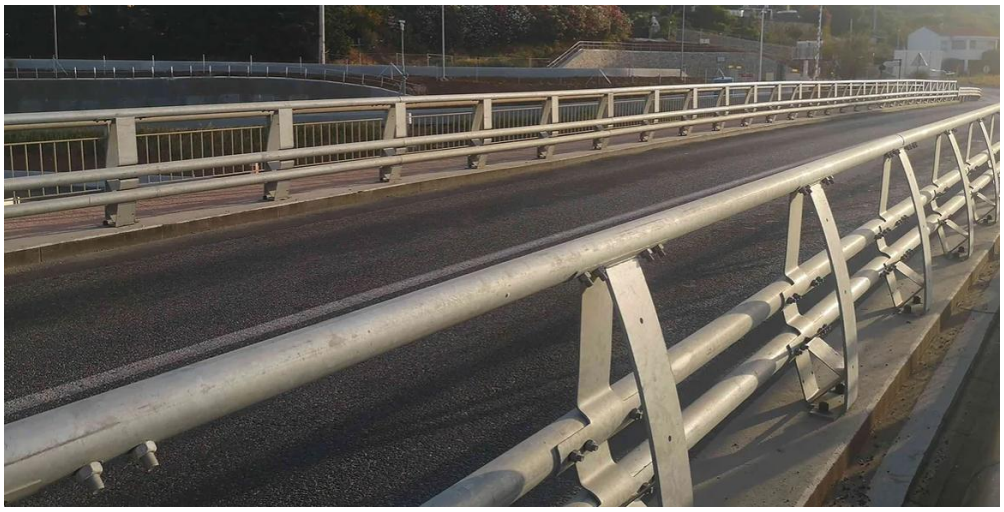
[Source : Barrière de sécurité métallique Marcegaglia - Bord de pont]

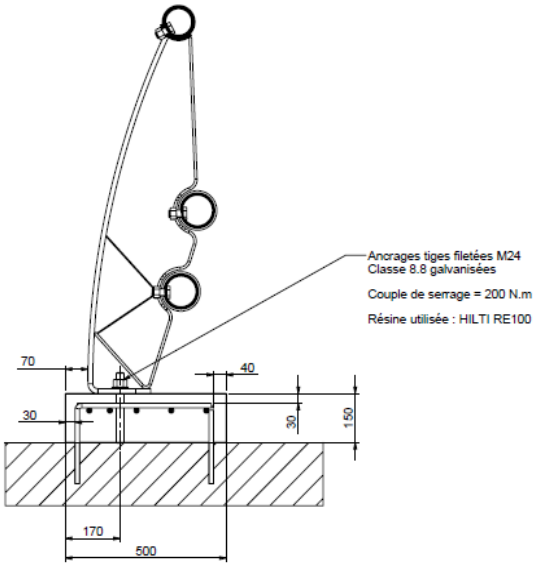
Autres dispositions :

- Fonction garde-corps avec remplissage (grillage par exemple).
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol sur environ 53 ml à l'approche et 82 ml après l'ouvrage :
  - H3 W5 BP –> H3 W5 BL certifié NF – certification non trouvée (niveau H3)
  - H3 W5 BL -> H2 W4 BL certifié NF – certification n°RACC-07-28 (niveau H2)
  - H2 W4 BL –> GS2 certifié NF – certification n°RACC-07-02 (niveau N2)
- En courbe extérieure sur ouvrage, pas de nécessité de mettre en place un écran moto si la hauteur de la longrine au-dessus du niveau de chaussée est supérieure ou égale à 15 cm.

VI.2 - Niveau de retenue H2 (glissière métallique)

VI.2.1 - H2 – DOLRE H241 (DESAMI)





DOLRE H241
Fabricant : DESAMI

Niveau de retenue H2
Sévérité au choc : B
Largeur de fonctionnement : W4 (1,1 m)
Intrusion du véhicule : VI3 (< 1 m)

Largeur de la longrine 50 cm minimum

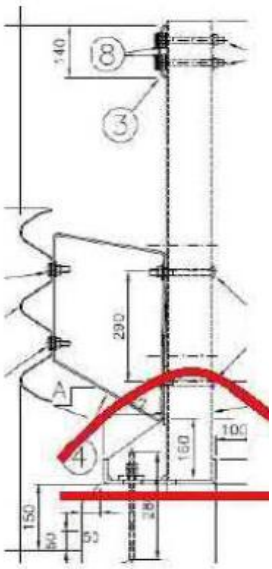
Sollicitation en pied de poteau :
Moment = 14 kN.m
Horizontal = 43 kN
Entraxe entre poteau : 2 m

Autres dispositions :

- Fonction garde-corps avec remplissage (grillage par exemple).
- Protection motard possible avec un remplissage sous la lisse inférieure y compris sur le raccordement à la section courante.
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol :
  - DOLRE H2 –> H2 W2 BRL 104 certifié NF – certification n°RACC-07-61 (niveau H2)
  - H2 W2 BRL 104 -> N2 W3 BRL41 certifié NF – certification n°RACC-07-28 (niveau N2)
  - N2 W3 BRL41 –> GS2 certifié NF – certification n°RACC-07-02 (niveau N2)
- Il existe une solution sur longrine non ancrée au tablier

VI.2.2 - H2 – H2 W5 BP (MARCEGAGLIA / TERTU)





H2 W5 BP
Fabricant : MARCEGAGLIA / TERTU

Niveau de retenue H2
Sévérité au choc : A
Déflection dynamique : 1 m
Largeur de fonctionnement : W4 (1,1 m)
Intrusion du véhicule : VI4 (< 1,2 m)

Largeur de la longrine : 45 minimum

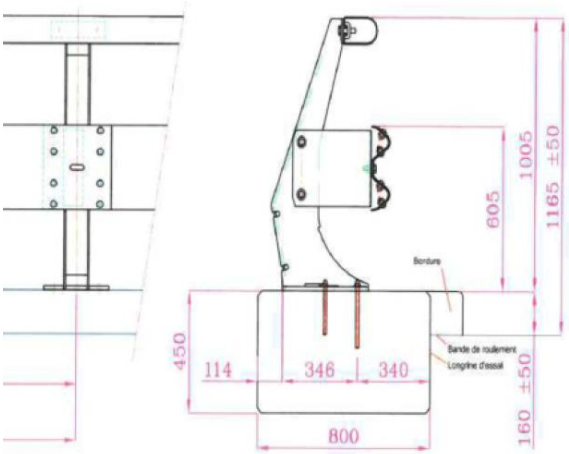
Sollicitation en pied de poteau :
Moment = 18 kN.m/poteau
Horizontale = 45 kN/poteau
Entraxe entre poteau : 2,25 m

Autres dispositions :

- Fonction garde-corps et remplissage possible (grillage par exemple).
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol sur environ 38 ml :
  - H2 W4 BPL -> H2 W4 BL certifié NF – certification non trouvée (niveau H2)
  - H2 W4 BL –> GS2 certifié NF – certification n°RACC-07-02 (niveau N2)
- En courbe extérieure sur ouvrage, pas de nécessité de mettre en place un écran moto si la hauteur de la longrine au-dessus du niveau de chaussée est supérieure ou égale à 15 cm.

VI.2.3 - H2 - EURO H2-F2 (COMELY)





EURO H2-F2
Fabricant : COMELY

Niveau de retenue H2
Sévérité au choc : B
Déflection dynamique : Dm = 0,6 m
Largeur de fonctionnement : W2 (0,7 m)
Intrusion du véhicule : VI2 (0,8 m)

Largeur de la longrine 65 cm minimum

Sollicitation en pied de poteau :
Moment = 99 kN.m/poteau
Horizontale = 127 kN/poteau
Entraxe entre poteau : 2 m

Autres dispositions :

- Fonction garde-corps avec remplissage (grillage par exemple).
- Protection motard possible avec un remplissage sous la lisse inférieure y compris sur le raccordement à la section courante.
- Raccordement possible par glissières métalliques fondées dans le sol :
  - EURO H2-F2 –> BHO+ certifié NF – certification non trouvée (niveau H2)
  - BHO+ –> GS2 certifié NF - certification non trouvée (niveau N2)
- Il existe une solution sur longrine non ancrée au tablier

VI.3 - Niveau de retenue H1 (glissière métallique)

Nous n'avons pas trouvé de fabricant qui propose des dispositifs de retenue routier, sur ouvrage d'art, de niveau de retenue H1 et disposant de la certification CE.

D'après le guide technique du SETRA « Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers » – septembre 2001, les barrières de niveau H1 sont généralement des modèles uniquement de section courante que l'on adapte à l'ouvrage.

Exemples de glissière métallique de niveau H1 en section courante :



Exemples de produits certifiés CE avec support sur platine :

Nom du produit	***Fabricant***	***ASI***	***DN***	***VIN (classe)***	***WN (classe)***
EVOL GS 1.5 sur platine (H1)	AXIMUM Produits de Sécurité	B	1,0	VI5	W4
ECO SAFE 1.33BW H1 W2	MEISER STRASSENAUSSTATTUNG GMBH	A	0,6	VI7	W2

Sollicitations :

A défaut de produit adapté, le Guide du Setra propose comme référence de prendre les efforts suivants pour le dimensionnement de la structure et des ancrages d'un dispositif de retenue H1 sur ouvrage.

Niveau H1/N1/N2 :	*à l'encastrement de chaque support :* Moment d'axe longitudinal = 15 kN.m Moment d'axe transversal = 20 kN.m

VII - VERIFICATIONS STRUCTURELLES DU TABLIER AVEC LES NOUVEAUX DISPOSITIFS ETUDIES

VII.1 - Documents de référence

VII.1.1 - Normes et règlements en vigueur - Eurocodes

L'application des normes suivantes prendra en compte les derniers amendements et les éventuelles annexes nationales françaises.

Textes généraux

[1] NF EN 1990 : Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures
[2] NF EN 1991-1-1 : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
[3] NF EN 1991-2 : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic

Béton

[4] NF EN 1992-1-1 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments
[5] NF EN 1992-2 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 2 : Ponts en béton - Calcul des dispositions constructives

VII.1.2 - Normes et règlements obsolètes

VII.1.2.1 - *Charges*

[6] Fascicule 61 Titre II : Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art - Programmes de charges et épreuves des ponts routes

VII.1.2.2 - *Règles de calcul*

[7] Règles BAEL 91 révisé 99 : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites

VII.1.3 - Guides et recommandations

VII.1.3.1 - *Guides et recommandations CEREMA/SETRA*

[8] Conception des réparations structurales et des renforcements des ouvrages d'art (2016)
[9] Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrage d'art (2014)

VII.1.3.2 - *Guides et recommandations AFGC*

[10] AFGC – Modélisation et calculs aux éléments finis dans le domaine du génie civil – Bilan du groupe de travail AFGC 2016/2019

VII.1.4 - Dossier d'ouvrage

[11] EI (L'Entreprise Industrielle) – RN 237 – Accès au Port de la Pallice à la Rochelle (1ère phase) – Ouvrage n°1 Saut de Mouton – Tablier - Ferraillage – Affaire N°0408121 / Plan N°1.10 – 27/12/1979
[12] EI (L'Entreprise Industrielle) – RN 237 – Accès au Port de la Pallice à la Rochelle (1ère phase) – Ouvrage n°1 Saut de Mouton – Corniches - Garde-corps – Affaire N°0408121 / Plan N°1.11 – 11/01/1980
[13] CEREMA – DIR Atlantique – IDP – PS Saute-Mouton La Pallice – RN 237 – Affaire N° 21-OC-0015-6 – Septembre 2021

VII.2 - Méthodologie retenue

Afin de confirmer la capacité de l'ouvrage à résister aux charges induites par la mise en place de nouveaux dispositifs de retenue, les vérifications suivantes sont conduites :

- Etude de la résistance transversale du tablier : cette étude est menée selon l'Eurocode 2 en vérifiant que les armatures en place sont suffisantes pour reprendre les sollicitations induites par les nouveaux dispositifs de retenue en cas de choc accidentel de véhicule.
- Etude de la résistance longitudinale du tablier : cette étude est menée en vérifiant que l'augmentation des sollicitations dans le tablier à l'état projeté n'excède pas 5% des sollicitations actuelles. Les sollicitations actuelles seront évaluées en considérant les charges roulantes du fascicule 61 titre II considérées lors de la conception. Pour cette étude, l'ouvrage a été modélisé à l'aide du logiciel SCIA Engineer en élasticité statique linéaire.

VII.3 - Hypothèses

VII.3.1 - Matériaux

Béton

- Béton C30/37
- Résistance en compression : f_{ck} = 30 MPa
- Yc : Situation durable et transitoire : 1,5 ; Situation accidentelle : 1,2
- Classe de ductilité : A

Armatures passives

- Armatures HA Fe400
- Limite élastique : Ø ≤ 20 mm : f_{yk} = 412 MPa
  Ø > 20 mm : f_{yk} = 400 MPa
- Ys : Situation durable et transitoire : 1,15 ; Situation accidentelle : 1,0
- Classe de ductilité : A

VII.3.2 - Charges permanentes

VII.3.2.1 - *Poids propre*

Le poids propre de la structure est calculé en considérant un poids volumique de béton de 25 kN/m^3.

VII.3.2.2 - *Charges permanentes additionnelles*

Chaussée
En l'absence d'informations sur les épaisseurs d'enrobé en place, nous avons considéré une épaisseur uniforme de 7 cm, soit une charge surfacique de 1,68 kN/m^2.

Corniche et garde-corps
Le poids de la corniche calculé selon les dimensions détaillées dans le plan [12] est de : 3,5 kN/ml.
Le poids des garde-corps considéré est de : 0,25 kN/ml

Longrines et DR
Le poids de la contre-corniche actuelle (0,23m x 0,255m) est de 1,5 kN/ml.
Le poids de la longrine projetée (0,60m x 0,255m) est de 4,15 kN/ml. En ajoutant le poids du dispositif de retenue, nous considérons une charge linéique de 4,8 kN/ml.

A l'état projeté, nous considérons que la contre-corniche actuelle est conservée et : que les garde-corps sont déposés pour un niveau de retenue supérieur ou égal à H2 ; Ou, que les garde-corps sont remplacés en rive d'ouvrage avec un nouveau dispositif de retenue de niveau H1.

VII.3.3 - Charges variables

VII.3.3.1 - *Trafic (fascicule 61 Titre II)*

Largeur de la chaussée roulable Lcr = **8,00 m**
Existe-t-il un risque d'accumulation de poids lourds ? **non**
Existe-t-il des dispositifs de retenue ? **non**
Poids propre linéique du tablier **117,00 kN/ml**

Classe du pont **Première classe**

Largeur chargeable Lch = **8,00 m**
Nombre de voies de circulation N = **2 u**
Largeur des voies de circulation Lv = **4,00 m**

Le pont est-il soumis à une limitation de tonnage ? **non**

Nombre de travées **4 u**

Nombre de voies chargées :	1 u	2 u				
Coefficient a1 =	1,00	1,00				
Coefficient bc =	1,20	1,10				

Coefficient a2 = **0,88**
Coefficient bt = **1,00**

Définition des charges d'essieu des convois (kN)

Essieu :	Bc Nominale	Bt Nominale
Avant	59	157
Arrière	118	157

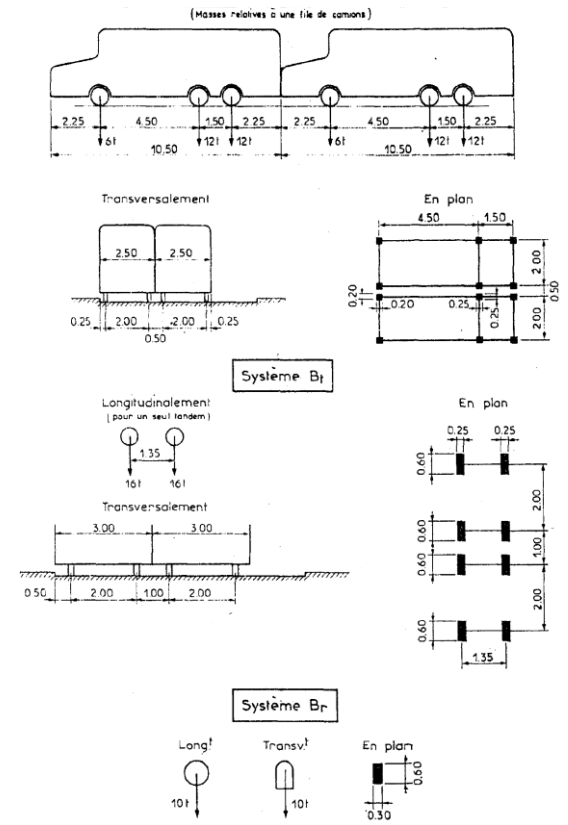
cf. tableau plus bas pour charge pondérée par essieux

Définition de la charge ponctuelle Br (kN)

Br = Nominale **119**

Définition des efforts de freinage F (kN)

	A(l)	Bc
F =	cf FA dans tableau	**294,3**



Nombre de voies chargées =					1 u						2 u						
ID	Travées considérées	Longueurs 1 travée	Longueurs 2 travées	$a_1 x a_2 x A(l)$	FA	charges Bc Δ	charges Bc Avant	charges Bc Arrière	charges Bt Δ	charges Bt Avant	charges Bt Arrière	$a_1 x a_2 x A(l)$	FA	charges Bc Δ	charges Bc Avant	charges Bc Arrière	charges Bt Δ	charges Bt Avant	charges Bt Arrière
		m	m	kN/m²	kN		kN	kN		kN	kN	kN/m²	kN		kN	kN		kN	kN
1	1	13,20		14,2	37,2	1,16	82,3	164,6	1,14	178,7	178,7	14,2	73,8	1,20	77,9	155,9	1,16	182,7	182,7
2	2	16,50		12,8	41,8	1,14	80,7	161,4	1,12	175,2	175,2	12,8	82,7	1,18	76,3	152,5	1,14	178,5	178,5
3	3	15,70		13,1	40,8	1,14	80,8	161,5	1,12	175,9	175,9	13,1	80,7	1,18	76,2	152,5	1,14	179,4	179,4
4	4	11,00		15,4	33,6	1,18	83,1	166,2	1,16	181,9	181,9	15,4	66,8	1,21	78,6	157,1	1,19	186,6	186,6
5	1+2		29,7	9,4	54,6							9,4	107,0						
6	2+3		32,2	9,0	56,5							9,0	110,5						
7	3+4		26,7	10,0	52,2							10,0	102,5						

Pour cette étude, seules les charges réparties (système A) sont considérées.

Suivant [7], la valeur nominale des charges doit être multipliée par les coefficients suivants :

Charges	Nature de l'état limite ultime de résistance	Nature de l'état limite de service
– Charges de chaussées et effets annexes – Charges sur remblais (articles 4, 5, 6, 7, 8)	1,07	1,2
– Charges militaires et charges exceptionnelles (art. 9 et 10)	1,0	1,0
– Charges sur trottoirs, passerelles piétons et garde-corps (art. 11, 12, 13, 18)	1,07	1,0

Dans les faits, ces coefficients seront intégrés aux combinaisons.

VII.3.3.2 - *Charges accidentelles sur dispositif de retenue*

Les charges transmises par les différents dispositifs de retenue en cas de choc de véhicule sont détaillées dans la section précédente.

VII.3.4 - Combinaisons

Les combinaisons d'actions utilisées pour les vérifications de résistance sont définies par :

- ELS quasi-permanent : $G + G_{add}$
- ELS fréquent : $G + G_{add} + 0{,}72\ Q_{Fascicule61\ Titre\ II}$
- ELS caractéristique : $G + G_{add} + 1{,}2\ Q_{Fascicule61\ Titre\ II}$
- ELU fondamental : $1{,}35\ G + 1{,}35\ G_{add} + 1{,}605\ Q_{Fascicule61\ Titre\ II}$

Avec : G = poids propre
G_{add} = charges permanentes additionnelles
$Q_{Fascicule61\ Titre\ II}$ = charges fascicules 61 titre II (Systèmes A)

Lors d'un choc, deux fonctionnements sont théoriquement envisageables pour la structure en béton :

- la structure en béton peut être localement endommagée (fonctionnement à l'ELU de la structure en béton). *Dans ce cas, après choc, la structure en béton nécessite d'importants travaux de réparation avant de pouvoir mettre en place un nouveau dispositif de retenue ;*
- la structure en béton ne doit pas être endommagée (fonctionnement à l'ELS de la structure en béton). *Dans ce cas, seul le dispositif de retenue est endommagé et, après un choc, il n'est pas nécessaire d'intervenir pour réparer la structure en béton. C'est le principe généralement retenu en France simplifiant fortement l'exploitation de la voie lors de la réparation du dispositif de retenue et limitant le temps d'intervention.*

Pour des raisons évidentes de bon comportement du dispositif de retenue, de coûts de réparation et d'exploitation, il convient de retenir systématiquement le second fonctionnement qui interdit les dégradations structurales.

Ce non-endommagement de la structure est en général automatiquement obtenu par le respect de la note de l'alinéa de l'article 4.7.3.3(2) de l'annexe nationale de l'Eurocode 1.2 relative à la pondération par 1,25 de la valeur caractéristique de la résistance locale de la barrière :

Texte de l'Eurocode 1.2 - article 4.7.3.3 alinéa 2

« Il convient de calculer les structures supportant des barrières pour ouvrage d'art de manière à ce qu'elles puissent résister localement à l'effet d'une charge accidentelle correspondant à au moins 1,25 fois la valeur caractéristique de la résistance locale de la barrière (résistance de la fixation de la barrière à la structure par exemple), sans devoir la combiner avec toute autre charge variable. »

« NOTE : Cette majoration s'applique aux valeurs nominales données dans le tableau 4.9(n) (NA). Elle permet de justifier que, sous l'effet d'un choc sur le dispositif de retenue, la structure n'est pas endommagée et conserve ses conditions d'exploitation ou de durabilité.
Compte tenu de la valeur 1,25 retenue, ceci est équivalent à considérer que la structure est justifiée à l'état limite de service sous l'effet de la charge accidentelle non pondérée. »

Figure 18. Extrait du guide SETRA 2014 sur la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue

VII.3.5 - Critères de vérification

VII.3.5.1 - *Etude résistance transversale*

La vérification de la résistance transversale du tablier en cas de choc accidentel de véhicule sur le dispositif de retenue est réalisée à l'ELU accidentel selon l'Eurocode 2.

VII.3.5.2 - *Etude de la résistance longitudinale du tablier*

La résistance longitudinale du tablier est considérée assurée si l'augmentation des sollicitations dans le tablier à l'ELU projeté n'excède pas 5% des sollicitations ELU actuelles.

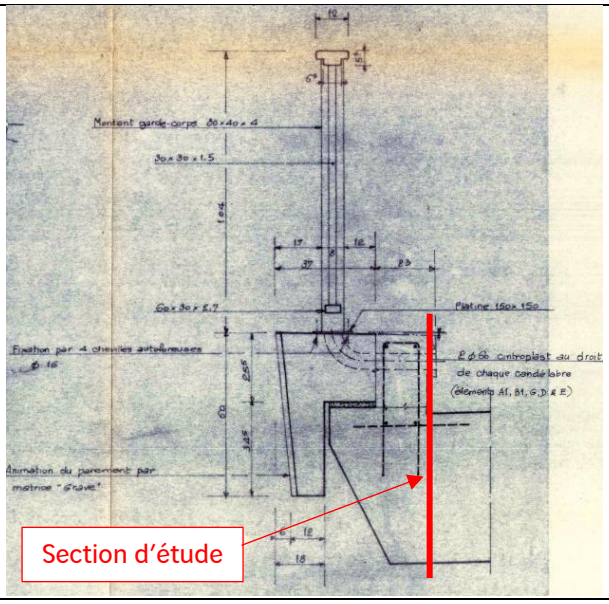
VII.4 - Etude de la résistance transversale

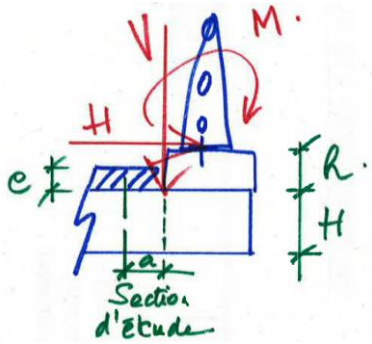
VII.4.1 - Sollicitations

A l'état actuel, la corniche et la contre-corniche supportent un garde-corps. Par conséquent, la résistant transversale de la liaison corniche et la contre-corniche n'a pas été vérifiée en cas de remplacement du garde-corps car les sollicitations ne seront pas modifiées

Le cas de charge d'un nouveau dispositif de retenue de niveau H1 (avec ou non, un nouveau garde-corps sur la corniche en rive du tablier) est couvert par les cas de charges étudiés ci-après avec des nouveaux dispositifs de retenue de niveau supérieur ou égal à H2 en rive du tablier.

La longrine rapportée transmet les efforts au tablier. Les sollicitations transmises à l'ELU accidentel sont détaillées ci-dessous.



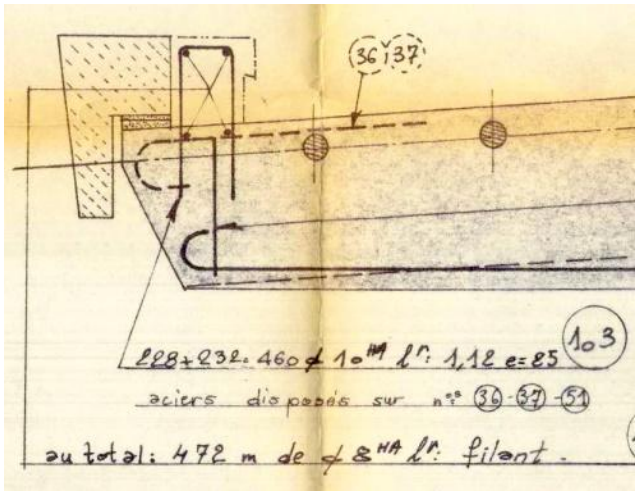


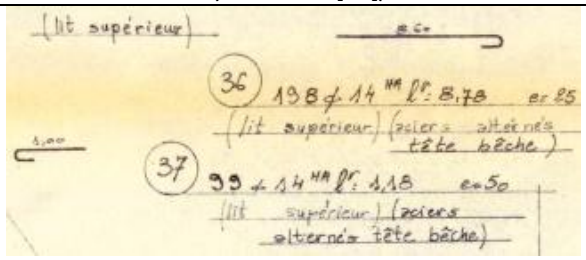
Coefficient ELU Accidentel =	1,25		cf. EN 1991-2 §4.7.3.3(2)
Coefficient de force verticale simultanée =	0,4		cf. Annexe Nationale EN 1991-2 §4.7.3.3(1) NOTE 3
Coefficient α_{Q1} =	**0,9**		cf. EN 1991-2 §4.7.3.3(1) NOTE 3
h =	**0,25 m**		hauteur longrine éventuelle
e =	**0,06 m**		épaisseur revêtement chaussée au droit du point d'application de V
Force verticale simultanée Q_{1k} : V =	**0 kN**		appliquée devant le DR

		H4b – « DOLRE H464 » (DESAMI)	H3 – « BPL71» (DESAMI)	H3 – « H3 W5 BP » (MARCEGAGLIA / TERTU)	H2 – DOLRE H241 (DESAMI)	H2 – H2 W5 BP (MARCEGAGLIA / TERTU)	H2 - EURO H2-F2 (COMELY)
Modèle DR :							
Informations issues de la documentation :							
Effort en pied de poteau	H [kN] =	**84**	**164**	**65,08**	**43**	**45**	**127**
	M [kN.m] =	**21**	**41**	**66,24**	**14**	**18**	**99**
	Entraxe poteaux [m] =	**1,5**	**2,25**	**2,25**	**2**	**2,25**	**2**
Torseurs ELU Accidentel (M : kN.m/m ; H, N et V : kN/m) :							
à la base du DR	H =	70,0	91,1	36,2	26,9	25,0	79,4
	M =	17,5	22,8	36,8	8,8	10,0	61,9
dans sections d'étude :							
ID section = **S0**	N =	-70,0	-91,1	-36,2	-26,9	-25,0	-79,4
abscisse a [m] = **0,30**	V =	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hauteur hourdis H [m] = **0,52**	M =	-57,8	-73,8	-59,8	-27,0	-27,3	-106,9
MG = **-4,58**							

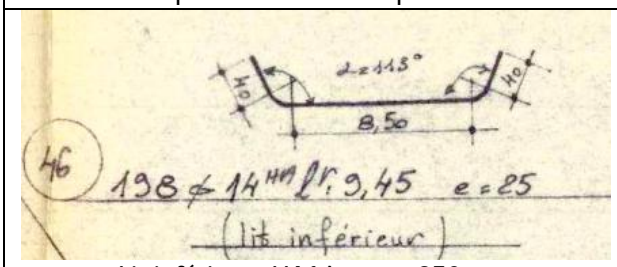
VII.4.2 - Vérification de la section

Les armatures transversales résistantes du tablier sont détaillées ci-dessous (extrait de [11]).





Lit supérieur : HA14 – esp. 250 mm



Lit inférieur : HA14 – esp. 250 mm

Les aciers 36 et 37, installés tête bêche de façon alternée, assurent par recouvrement un ferraillage sur toute la largeur du tablier composé de 4 HA14 par mètre.

Béton :

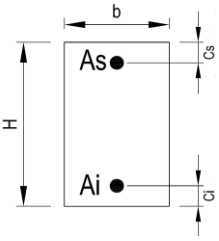
f_{c28} =	**30 MPa**
Type structure :	**neuve**
f_{ck} =	30 MPa
loi béton :	parabole-rectangle
f_{cd} =	25,0 MPa
$\sigma_{c,max}$ =	18,0 MPa
ε_{cu2} =	0,35%
ε_{c2} =	0,20%
n =	2,00
E_c =	32 837 MPa
φ =	**2,00**
Type de section :	**rectangulaire**
Type de sollicitation :	**Flexion composée**
Type d'ouvrage :	**OA**

Armatures :

Type d'armatures :	**passives**
fyk =	**412 MPa**
loi acier :	**loi écrouissante**
Classe acier	**A**
k =	1,05
E_s =	**210 000 MPa**
fyd =	412,0 MPa
ε_{ud} =	2,25%
Type d'armatures :	**Barres HA**
Type de chargement :	**longue durée**
$w_{k,max}$ =	**0,3 mm**
méthode calcul wk :	**EN 1992-1-1**
$\sigma_{s,max}$ =	330 MPa
$M_{ELS,max}$	

Coef. de sécurité :

γ_c =	**1,2**
α_{cc} =	1
γ_s =	**1**
Calcul au feu ?	**non**



Détermination des sections d'armatures et enrobages moyens :

Paramètres pour calcul de wk [mm] : Nota : diamètre Diam et enrobage e en mm

Diamètre équivalent		Entraxe maxi	
inf	sup	inf	sup
14	14	250	250
14	14	250	250
14	14	250	250
14	14	250	250
14	14	250	250
14	14	250	250
0	0	0	0
0	0	0	0

	Barres inférieures (10 lits maxi)						Barres supérieures (10 lits maxi)					
ID	N	Diam	e	N	Diam	e	N	Diam	e	N	Diam	e
1	4	14	40				4	14	40			
2	4	14	40				4	14	40			
3	4	14	40				4	14	40			
4	4	14	40				4	14	40			
5	4	14	40				4	14	40			
6	4	14	40				4	14	40			

Vérification des sections : A calculer ? **non**

		Géométrie béton (mm)		Armatures				Sollicitations (N : kN et M : kN.m) ELS FQ		ELU		Résultats (M : kN.m ; σ : MPa)							
ID	Désignation	H	b	Ai [cm²]	Ci [mm]	As [cm²]	Cs [mm]	M	N	M	N	$M_{Ru,max}$	$M_{Ru,min}$		w_k [mm]		$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{c,max}$	
1	H4b – « DOLRE H464 » (DESAMI)	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-55,0	-70,0	-107,0	107,0	51%	0,00	OK	6,7	0,1	OK
2	H3 – « BPL71» (DESAMI)	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-71,1	-91,1	-102,2	102,2	70%	0,00	OK	6,7	0,1	OK
3	H3 – « H3 W5 BP » (MARCEGAGLIA	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-57,0	-36,2	-114,9	114,9	50%	0,00	OK	6,7	0,1	OK
4	H2 – DOLRE H241 (DESAMI)	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-24,3	-26,9	-117,0	117,0	21%	0,00	OK	6,7	0,1	OK
5	H2 – H2 W5 BP (MARCEGAGLIA / T	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-24,6	-25,0	-117,4	117,4	21%	0,00	OK	6,7	0,1	OK
6	H2 - EURO H2-F2 (COMELY)	520	1 000	6,16	47	6,16	47	-1,8	0,0	-104,2	-79,4	-104,9	104,9	99%	0,00	OK	6,7	0,1	OK

La résistance transversale du tablier est assurée pour tous les dispositifs de retenue étudiés en cas de choc de véhicule.

VII.5 - Etude de la résistance longitudinale

VII.5.1 - Modélisation

L'ouvrage a été modélisé à l'aide du logiciel SCIA Engineer. La description complète du modèle est disponible en annexe 1 : « Description du modèle de calcul ».

La configuration du nouveau dispositif de retenue de niveau H1 avec le remplacement du garde-corps en rive de l'ouvrage est englobé dans la situation projetée modélisée avec les dispositifs de retenue de niveau supérieur ou égal à H2 implanté en rive du tablier.

VII.5.2 - Comparaison des sollicitations actuelles et des sollicitations à l'état projeté

La comparaison entre les moments de flexion extrêmes mx (sens longitudinal) et my (sens transversal) à l'état actuel et à l'état projeté est détaillée ci-dessous :

		Situation actuelle	Situation projetée	Variation
ELU	mx [kNm/m]	-905,56	-951,02	5,0%
		475,63	489,66	2,9%
	my [kNm/m]	-547,24	-576,99	5,4%
		106,9	102,75	-3,9%
ELS C	mx [kNm/m]	-673,27	-706,95	5,0%
		354,12	364,51	2,9%
	my [kNm/m]	-406,98	-429,02	5,4%
		79,72	76,64	-3,9%

A l'état projeté, l'augmentation des sollicitations à l'état projeté reste limitée à 5%.
Les nouveaux dispositifs de retenue et la longrine associée peuvent donc être mis en place sur l'ouvrage.

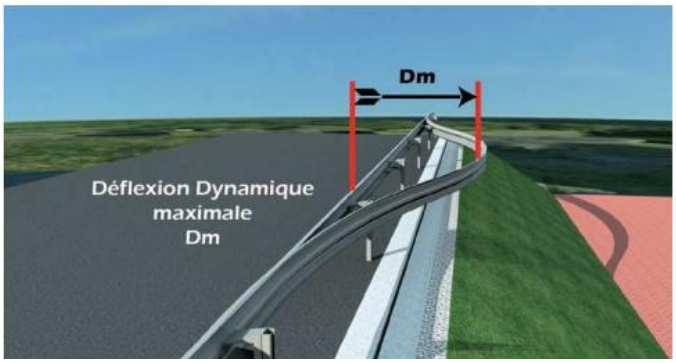
VII.6 - Synthèse de l'étude

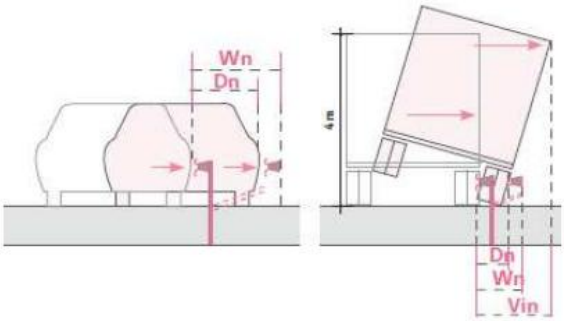
L'ensemble des dispositifs de retenue étudiés peut être mis en place sur l'ouvrage sans renforcement de la structure.

VIII - ANALYSE MULTICRITERE AVEC LES NOUVEAUX DISPOSITIFS ETUDIES

VIII.1 - Rappel des principales caractéristiques de déformation des DR étudiés

Niveau	*Dénomination*	*Fabricant*	*Sévérité au choc*	*Largeur de fonctionnement (Wn)*	*Déflexion Dynamique maximale (Dm)*	*Intrusion du véhicule (VIn)*
H4b	DOLRE H464	DESAMI	B	W6	1,7 m	VI8
H3	BPL71	DESAMI	B	W5	1,2 m	VI8
H3	H3 W5 BP	MERCEGAGLIA	B	W5	1,4 m	VI6
H2	DOLRE H241	DESAMI	A	W4	1,8 m	VI3
H2	H2 W5 BL	MARCEGAGLIA	A	W5	1,5 m	VI4
H2	EURO H2-F2	COMELY	A	W2	0,6 m	VI2
H1	EVOL GS 1.5 sur platine	AXIMUM	B	W4	1,0 m	VI5
H1	ECO SAFE 1.33BW H1 W2	MEISER S. GMBH	A	W2	0,6 m	VI7





Définition :

- *La largeur de fonctionnement normalisée (Wn) est la distance latérale maximale entre la partie de la barrière sur le côté exposé à la circulation avant le choc et la position dynamique maximale d'une partie quelconque de la barrière.*
- *La déflexion dynamique normalisée (Dn) est le déplacement latéral dynamique maximal d'un point quelconque de la face du dispositif de retenue exposée à la circulation.*
- *L'intrusion dynamique (VIn) ne concerne que les barrières de niveaux H. Elle mesure la distance entre le côté de la barrière exposé à la circulation avant le choc et la position du véhicule latérale dynamique maximale.*

Classes de niveaux de largeur de fonctionnement normalisée	Niveaux de largeur de fonctionnement normalisée m
W1	$W_N \leq 0,6$
W2	$W_N \leq 0,8$
W3	$W_N \leq 1,0$
W4	$W_N \leq 1,3$
W5	$W_N \leq 1,7$
W6	$W_N \leq 2,1$
W7	$W_N \leq 2,5$
W8	$W_N \leq 3,5$

Classes de niveaux d'intrusion du véhicule normalisée	Niveaux d'intrusion du véhicule normalisée m
VI1	$VI_N \leq 0,6$
VI2	$VI_N \leq 0,8$
VI3	$VI_N \leq 1,0$
VI4	$VI_N \leq 1,3$
VI5	$VI_N \leq 1,7$
VI6	$VI_N \leq 2,1$
VI7	$VI_N \leq 2,5$
VI8	$VI_N \leq 3,5$
VI9	$VI_N > 3,5$

VIII.2 - Rappel de l'implantation envisagée pour l'analyse

Le nouveau dispositif de retenue sera mis en place devant la contre-corniche existante afin de ne pas trop renchérir l'opération.

A ce stade du projet, il n'est pas envisagé de démolir ni la corniche, ni la contre-corniche béton préfabriquée. Cette disposition permet de limiter le volume des travaux et d'assurer une meilleure prise en compte de la déflexion dynamique, l'espace entre le DR et le bord du tablier restant important. La largeur roulable conservée reste confortable, comme présenté dans le tableau ci-dessous.
Si, néanmoins, la priorité du Maître d'Ouvrage était de maximiser la largeur roulable, une conception alternative pourrait consister à démolir la corniche et la contre-corniche, implanter la nouvelle longrine en rive et poser une corniche rapportée. De tels travaux seraient plus coûteux, et auraient ponctuellement un impact sur l'exploitation de la voie franchie. La démolition de la corniche et de la contre-corniche, l'adaptation des murs en retour et l'excentrement des dispositifs de retenue conduiraient à un surcoût estimé à 40 k€, pour un gain de largeur roulable compris entre 60 et 70 cm.

VIII.3 - Largeur roulable résiduelle sur le tablier

Il est considéré une implantation de la longrine support des barrières en rive du tablier devant les contre-corniches (pour minimiser le volume des travaux) et de réduire la bande d'implantation sécuritaire (L*) qui englobe la déflexion dynamique de la barrière en cas de choc, afin de conserver une certaine largeur roulable.

Niveau	***Dénomination***	***Largeur tablier***	***Corniches et contre-corniches existantes***	***Bordure***	***Largeur minimal nouvelle longrine***	**Largeur roulable (droite)**
Actuel	***Garde-corps existant S8***	***9,1 m***	***0,8 m = 2 x (0,17+0.23)***	***2 x 0.15***	***/***	**8 m**
H4b	DOLRE H464	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,50	7.0 m
H3	BPL71	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,60	6,8 m
H3	H3 W5 BP	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,60	6,8 m
H2	DOLRE H241	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,50	7.0 m
H2	H2 W5 BL	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,45	7.1 m
H2	EURO H2-F2	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,65	6,7 m
H1	EVOL GS 1.5 sur platine	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,35	6,2 m
H1	ECO SAFE 1.33BW H1 W2	9,1 m	0,8 m	2 x 0.15	0,35	6,2 m

VIII.4 - Travaux de génie civil / renforcement sur l'ouvrage

Niveau	***Dénomination***	***Renforcement longrine (1)***	***Renforcement du tablier (2)***	***Renforcement dalle de transition (3) (4)***
H4b	DOLRE H464	Oui	Non	Oui
H3	BPL71	Oui	Non	Oui
H3	H3 W5 BP	Oui	Non	Oui
H2	DOLRE H241	Oui	Non	Oui
H2	H2 W5 BL	Oui	Non	Oui
H2	EURO H2-F2	Oui	Non	Oui
H1	EVOL GS 1.5 sur platine	Oui	Non	Oui
H1	ECO SAFE 1.33BW H1 W2	Oui	Non	Oui

Remarques :

(1) Des travaux de remplacement de la longrine existante sont nécessaires pour venir fixer les barrières de niveau H1 (minimum 35 cm au lieu de 23 cm existant) ou pour respecter la largeur de la longrine prescrite par les fabricants des barrières ≥ H2 (minimum 60 cm au lieu de 23 cm existant).

(2) La vérification par le calcul a montré qu'il n'était pas nécessaire de renforcer le tablier béton armé avec précontrainte longitudinale quelle que soit la position transversale du DR sur le tablier.

(3) Afin de prolonger les DR du tablier au-dessus des joints de chaussée, des supports sont à créer au-dessus des dalles de transitions avant de traiter le raccordement avec la section courante. Il est envisagé de créer des longrines sur les dalles de transition pour servir de support des montants de DR sur ouvrage.

(4) Suivant l'état de conservation de la dalle de transition (affaissement des remblais dans deux angles constatés), il peut être envisagé de remplacer/reconstruire/réparer la dalle de transition.

VIII.5 - Estimation des montants de travaux

Les plans des travaux envisagés sont joints en **annexe 1 : cahier de plans.**

Niveau	**H4b**	**H3**	**H3**	**H2**	**H2**	**H2**	**H1**
Dénomination	***DOLRE H464***	***BPL71***	***H3 W5 BP***	***DOLRE H241***	***H2 W5 BL***	***EURO H2-F2***	***Glissière sur platine et garde-corps***
Installation de chantier Etude d'exécution	15 000 €						
Travaux préalables	35 000 €						
DR sur ouvrage avec fonction garde-corps	78 000 €	52 000 €	36 400 €	52 000 €	31 200 €	42 250 €	38 350 €
Système de protection des motocyclistes	Non chiffré						
Raccordements hors ouvrage	26 000 €	20 000 €	20 000 €	12 000 €	12 000 €	12 000 €	5 000 €
Travaux sur le tablier y compris longrines	50 000						40 000
Travaux sur la dalle de transition	12 000 €						10 000 €
Estimation du montant total de l'opération	223 000 €	191 000 €	175 400 €	176 000 €	155 200 €	166 250 €	143 350 €

Travaux complémentaires :

• Travaux par demi-chaussée en conservant une circulation sur l'ouvrage pendant les travaux, sous réserve d'avoir une largeur libre suffisante pour les usagers.	+25 000 €
• Mise en œuvre d'une structure de protection en rive du tablier • Démolition de la corniche et contre-corniche et réalisation d'une nouvelle longrine support de la barrière • Adaptation à prévoir sur les murs en retour	+ 40 000 €
• Nouvelle corniche métallique avec larmier en rive	+ 20 000 €

VIII.6 - Critère esthétique

Le jugement esthétique étant subjectif, notre avis se limitera à une notation avec des étoiles :
★★★ pour le côté esthétique évoqué dans la description du produit par le fabricant (prestation supplémentaire)
★★ pour un dispositif avec des montants ronds ou arrondis.
★ pour des dispositifs qui peuvent avoir un revêtement de couleur.

Niveau	*Dénomination*	*Visuel*	*Options*	*Avis*
H4b	DOLRE H241		- Revêtement de couleur - Remplissage esthétique	★★★
H3	BPL71		- Revêtement de couleur	★
H3	H3 W5 BP		- Revêtement de couleur	★
H2	DOLRE H241		- Revêtement de couleur - Remplissage esthétique	★★★
H2	H2 W5 BL		- Revêtement de couleur	★
H2	EURO H2-F2		- Revêtement de couleur	★★
H1 + garde-corps	EVOL GS 1.5 sur platine		- Revêtement de couleur - Garde-corps esthétique	★★
H1 + garde-corps	ECO SAFE 1.33BW H1 W2		- Revêtement de couleur - Garde-corps esthétique	★★

IX - CONTRAINTES DU SITE POUR REALISER LES TRAVAUX

IX.1 - Incidence sur l'exploitation des voies

L'ouvrage supporte une voie de circulation à sens unique (bretelle de sortie).
La largeur libre entre les bordures est de 8,0 m (coupe droite), en courbe et avec mono-pente du tablier.

Les travaux impacteront à minima une bande de travaux de 1 à 1,5m de chaussée le long des bordures existantes et, une bande de 2.5 m minimum pour la circulation des engins de chantier sur toute la longueur de l'ouvrage.

Il n'est pas prévu de circulation piétonne dans l'emprise des travaux.

Nous préconisons de fermer l'ouvrage à la circulation pendant toute la durée des travaux.

<u>Cas 1 préconisé :</u> Fermeture de l'ouvrage à la circulation pendant toute la durée des travaux.

Cette solution limitera les risques pour la sécurité des personnes et la circulation des usagers sur l'ouvrage.
De plus, elle permettra de minimiser les délais d'exécution (par exemple en mutualisant des travaux entre les deux rives à traiter).

Dans ce cas, la bretelle de sortie depuis la RN237 vers le port sera fermée et une déviation sera à mettre en place (environ 5 km de déviation jusqu'au prochain giratoire idéalement).



Figure 19. Exemple du tracé de la déviation à mettre en place

<u>Cas 2 :</u> Maintien de la circulation sur l'ouvrage par demi-chaussée pendant les travaux.

Dans le cas où il est demandé de maintenir une circulation sur l'ouvrage, les travaux pourront être réalisés par demi-chaussée mais la largeur de circulation devra être réduite entre 2.1 ou 3.1 m avec :

- Première phase de travaux :
  8,0 m (La largeur libre entre les bordures existantes) – 1 à 1,5 m (pour réaliser les travaux en rive) – 2,5 m (pour la circulation des engins de chantier) – 1 à 1.5 m (pour le dispositif de séparation de la voie avec la zone de chantier y compris zone de sécurité) soit 2,5 à 3,5 m de libre pour les usagers.
  Dans cette configuration, le dispositif de retenue coté circulation est le garde-corps existant.
- Seconde phase de travaux :
  7,5 m (La largeur libre entre nouvelle bordure et bordure à remplacer) – 1 à 1,5 m (pour réaliser les travaux en rive) – 2,5 m (pour la circulation des engins de chantier) – 1 à 1.5 m (pour le dispositif de séparation de la voie avec la zone de chantier y compris zone de sécurité) soit 2,0 à 3,0 m de libre pour les usagers.
  Dans cette configuration, le nouveau dispositif de retenue sera côté circulation.

IX.2 - Réseaux

➔ Une demande de DT vis-à-vis des réseaux est à déposer afin d'identifier tous les réseaux potentiellement impactés dans le projet.

Réseau électrique aérien Très Haute Tension

Il a été observé un réseau électrique aérien Très Haute Tension à proximité de l'ouvrage.
A ce stade de l'opération, il n'a pas été identifié d'impact sur ce réseau.
L'entreprise de travaux devra mettre en place une procédure spécifique vis-à-vis du réseau électrique aérien Très Haute Tension existant à proximité de l'ouvrage afin de travailler en sécurité (en particulier pour les phases de manutention par exemple).



Figure 20. Photos du réseau électrique aérien Très Haute Tension à proximité de l'ouvrage

IX.3 - Protection des usagers sous l'ouvrage

Les travaux seront réalisés en rive du tablier avec des risques de chutes et/ou de projection de gravats sur la Route Nationale RN237 qui passe sous l'ouvrage (pendant les phases de démolition du béton par exemple).
Par conséquent, des dispositifs de protection temporaire seront à mettre en place en rive du tablier pour éviter tous risques de projection/chute sur la route. Les garde-corps existants pourront être opacifiés pour assurer le rôle de protection.

La réalisation des travaux pourra engendrer ponctuellement des coupures ou restrictions de circulation sur la voie franchie.

IX.4 - Emplacement mis à disposition pour les travaux

Nous préconisons de fermer l'ouvrage à la circulation pendant toute la durée des travaux.

Cas 1 préconisé : Fermeture de l'ouvrage à la circulation pendant toute la durée des travaux.

Dans le cas d'une fermeture de l'ouvrage à la circulation (déviation de la bretelle de sortie à mettre en place), les installations de chantier pourront être implantées sur la chaussée.
L'accès chantier, avec les véhicules, devra se faire avec un aménagement dans le balisage de la bretelle fermée. La sortie de la zone de travaux se fera dans le sens normal de la circulation côté port.

Cas 2 : Maintien de la circulation sur l'ouvrage par demi-chaussée pendant les travaux.

Dans le cas où la solution de travaux par demi-chaussée est envisagée, il sera nécessaire de déplacer la base vie pour chaque phase de travaux afin d'avoir un accès à la zone de travaux sans traverser le balisage de séparation de voie (voir projet ci-dessous).
L'accès chantier, avec les véhicules, devra se faire avec une porte d'entrée dans le balisage de séparation de voie dans la bretelle (sous réserve de la largeur résiduelle demandée pour maintenir la circulation). La sortie pourra se faire en bout de balisage.

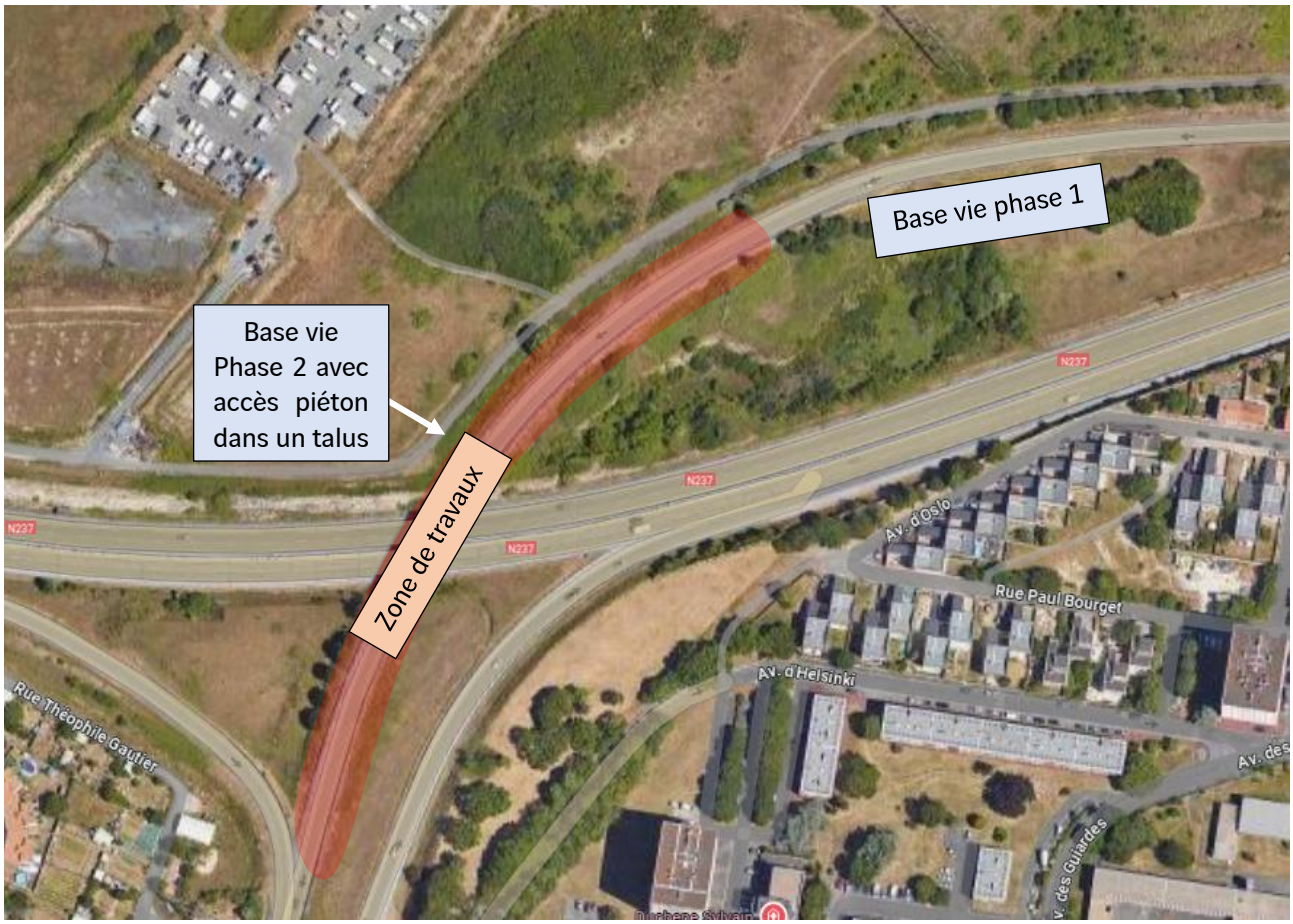


Figure 21. Vue aérienne du site avec une description des installations de chantier envisagées

X - DESCRIPTION DES TRAVAUX

X.1 - Etudes d'exécution

La période de préparation permettra de transmettre les documents d'exécution pour visa, en particulier :

- L'actualisation du Dossier d'Exploitation Sur Chaussée ;
- L'élaboration des procédures d'exécution des travaux ;
- La fourniture des fiches produit ;
- Un cahier de plans ;
- La rédaction des justifications des ouvrages provisoires ;
- La rédaction des justifications des ouvrages définitifs.

X.2 - Mise en place de la signalisation de chantier / déviation

Cas 1 préconisé : Fermeture de l'ouvrage à la circulation pendant toute la durée des travaux.
Dans ce cas, la bretelle de sortie depuis la RN237 vers le port sera fermée et une déviation sera à mettre en place (environ 5 km de déviation jusqu'au prochain giratoire idéalement).



Figure 22. Exemple du tracé de la déviation à mettre en place

La signalisation de chantier devra être mise en place avant les installations de chantier.

Elle comprendra notamment :

- Un panneau d'information des usagers sur l'accotement de la RN 237 ;
- La mise en place d'une déviation
- La fermeture de la bretelle de sortie sauf pour les véhicules de chantier ;
- L'accès chantier, avec les véhicules, devra se faire avec un aménagement dans le balisage de la bretelle fermée.
- La sortie de la zone de travaux se fera dans le sens normal de la circulation côté port.

X.3 - Installation de chantier

Dans le cas d'une fermeture de l'ouvrage à la circulation (déviation de la bretelle de sortie à mettre en place), les installations de chantier pourront être implantées sur la chaussée.

Les installations de chantier comprendront à minima :

- Des places de stationnement ;
- Un vestiaire ;
- Un WC ;
- Un bureau / salle de réunion qui pourra être mis à disposition du Maître d'œuvre ;
- Une zone de stockage de matériaux ;
- Une zone de manœuvre pour les véhicules et engin de chantier ;

X.4 - Protection spécifique en rive du tablier pendant les travaux

Afin de garantir la sécurité des travailleurs et d'éviter d'éventuelles chutes / projections sur les usagers sur la voie franchie, l'entreprise devra mettre en œuvre des moyens de protection spécifiques en rive du tablier.

Ces dispositifs de protection devront être compatibles avec les travaux envisagés en particulier en cas de dépose des corniches béton préfabriquées.

Une attention particulière sera portée à ces dispositifs pour ne pas réduire le gabarit routier de la voie franchie et ne pas impacter la structure béton armé précontrainte du tablier avec les fixations du dispositif sur le tablier.

Ces moyens pourront être mis en œuvre depuis la voie franchie en neutralisant provisoirement une voie.

X.5 - Dépose des dispositifs de retenue existants

Les garde-corps S8 sur l'ouvrages seront déposés par tous moyens jugés utiles, évacués et mis en décharge.

Les glissières de sécurité hors ouvrage seront déposées, reconditionnées et envoyées sur le lieu de stockage du choix du Maitre d'Ouvrage, à défaut elles seront évacuées et mises en décharge.

X.6 - Travaux de préparation sur les corniches

Les travaux sur les corniches se limiteront à la purge des éclats de béton, des fixations des anciens garde-corps et le traitement des armatures apparentes corrodées si nécessaire sur l'extrados.

Il n'est pas prévu de traiter la partie en intrados des corniches dans l'opération de remplacement des DR.

X.7 - Scénarii – Barriere H1 sur longrine non-ancrée et Garde-corps en rive

X.7.1 - Nouveau garde-corps sur corniches existantes

Cette étape pour être réalisée dès le démarrage du chantier afin de garantir la sécurité des personnes en rive du tablier pendant et après les travaux.

Ces travaux comprendront :

- L'implantation et le piquetage des points de fixations ;
- La fourniture et la pose des dispositifs de retenue avec scellements chimique des fixations sur les corniches existantes ;

X.7.2 - Démolition des enrobés et rabotage sur le tablier

Sur le tablier
Les enrobés seront sciés longitudinalement et raboté sur toute la longueur du tablier à une distance permettant la réalisation de la longrine.
La profondeur de sciage et de rabotage sera à adapter afin de ne pas dégrader l'étanchéité sur le tablier.

Hors ouvrage
Les enrobés seront sciés longitudinalement sur toute la longueur de la longrine à créer.

X.7.3 - Travaux de longrine béton-armé non-ancrée

- Nettoyage du support ;
- Ferraillage, coffrage et bétonnage des longrines ;

X.7.4 - Travaux de chaussée

Sur tablier - asphalte
L'espace libre entre la longrine et l'enrobé sera comblé avec un asphalte coulé et gravillonné.
Il permettra de créer un caniveau pour l'évacuation de l'eau.

Il n'est pas prévu de comblement/remplissage entre la longrine et la contre-corniche.

Hors tablier
La chaussée en enrobé devra être reconstituée dans l'emprise des zones de terrassement.

X.8 - Scénarii – Barriere supérieure ou égale à H2 sur longrine ancrée sur le tablier

X.8.1 - Démolition des enrobés et de l'étanchéité en rive du tablier

Les enrobés seront sciés longitudinalement sur toute la longueur du tablier à une distance permettant la réalisation de l'élargissement de la longrine et le raccordement avec l'étanchéité en partie courante.

On prévoira une distance approximative de 40 cm à partir du nu de la longrine projetée.
Sur cette largeur, les enrobés seront démolis et l'étanchéité existante décapée.

X.8.2 - Dépose des bordures de trottoir

Les bordures de trottoir seront déposées, reconditionnées, réutilisées et/ou envoyées sur le lieu de stockage du choix du Maitre d'Ouvrage, à défaut elles seront évacuées et mises en décharge.

X.8.3 - Travaux sur les contre-corniches

- Dépose du relevé d'étanchéité ;
- Piquage de la face coté chaussée pour réaliser une reprise de bétonnage (indentation) ;
- Purge des éclats de béton et traitement des armatures apparentes corrodées si nécessaire. ;

X.8.4 - Travaux de longrine béton armé ancrée sur le tablier

On procèdera au repiquage du béton de l'extrados du tablier et de la face verticale de la contre-corniche existante (si conservée) pour favoriser l'adhérence entre ancien et nouveau béton au niveau des reprises de bétonnage.
Des armatures de couture seront à mettre en œuvre.

L'entreprise de travaux devra étudier le dimensionnement du ferraillage à mettre en œuvre et fournir une note de calcul adaptée en fonction des efforts d'ancrage à reprendre, qui dépendent du dispositif de retenue choisi.

Une réservation sera à réaliser coté chaussée pour le relevé d'étanchéité.

X.8.5 - Travaux de longrines béton armé ancrée sur la dalle de transition

- Sciage de la chaussée hors tablier ;
- Terrassement ;
- Nettoyage de l'extrados de la dalle de transition ;

- Piquage du béton de l'extrados du tablier (indentation) pour favoriser l'adhérence entre ancien et nouveau béton au niveau des reprises de bétonnage ;
- Ferraillage, coffrage et bétonnage des longrines ;
- Remblaiement et compactage contrôlé à proximité d'ouvrage.

Remarque : en cas de mauvais état de la dalle de transition (fracture observée lors du nettoyage par exemple), il peut être nécessaire de la réparer, voire de la reconstruire en phase travaux.

X.8.6 - Traitement du joint de dilatation entre les longrines

Le joint sur longrine peut être reconstruit à l'identique avec deux cornières métalliques noyées dans les longrines et un joint hiatus entre.
Si nécessaire, il peut être envisagé la mise en place de capots métalliques sur les longrines au-dessus des joints.

X.8.7 - Travaux de réfection de l'étanchéité sur le tablier

En partie courante
Après décapage de l'étanchéité existante, le support béton sera préparé par sablage (ou grenaillage).
Un système d'étanchéité par feuille bitumineuse préfabriquée sera appliqué sur toute la longueur du tablier, y compris sur les zones de renforcements.

Le raccordement avec l'étanchéité sous chaussée conservée sera réalisé conformément au fascicule STER 81 - Mise à jour n°2 - Réfection des étanchéités et des couches de roulement des tabliers d'ouvrages d'art : Réparations localisées.

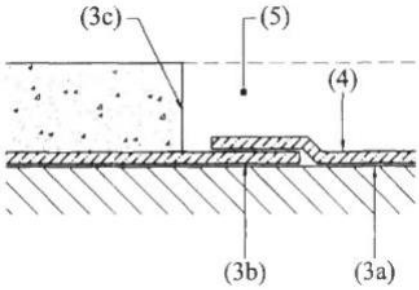


Figure 23. Schéma de principe extrait du fascicule STER81 Mise à jour n°2

Relevé d'étanchéité
Une engravure sera prévue sur les longrines pour accueillir le relevé d'étanchéité.
Le système d'étanchéité en partie courante devra être compatible pour réaliser ce relevé d'étanchéité sur tout le linéaire de la longrine.

Dans le cas où, il n'est pas prévu de bordure de trottoir, ni de largeur de trottoir pour protéger le relevé d'étanchéité d'un éventuel choc de roue ; nous préconisons de sceller un profilé de protection (type plat métallique inox) sur tout le linéaire de la longrine dans une engravure prévue à cet effet.

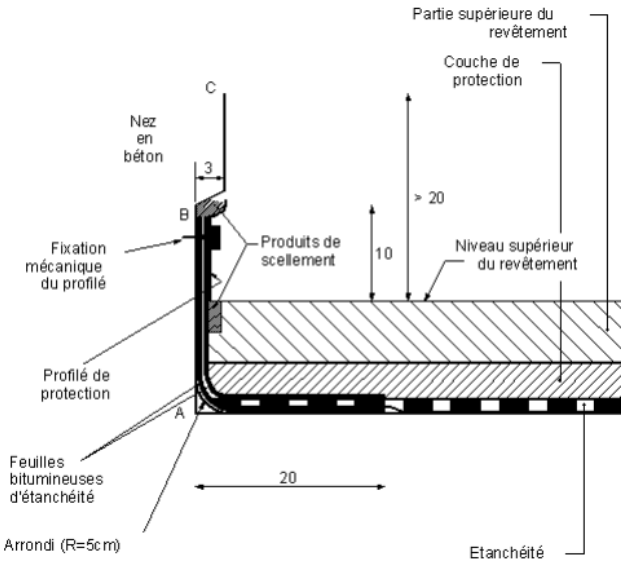


Figure 24. Schéma de principe du relevé d'étanchéité

Drain

Un drain longitudinal sera mis en œuvre sous le revêtement de chaussée, le long du caniveau côté point bas, en pied de relevé d'étanchéité.

Ce drain est destiné à éliminer l'eau à l'interface entre l'étanchéité et la couche de roulement.

Il sera raccordé en point bas sur des tuyaux de même diamètre (18 mm) qui s'évacueront à une distance de 5 m dans le terrain naturel.

X.8.8 - Bordures de trottoir

Sur tablier devant les longrines

Suivant la géométrie retenue sur l'ouvrage, une bordure de trottoir pourra être mise en œuvre devant la longrine sur le tablier pour protéger le relevé d'étanchéité d'un éventuel choc de roue.

Hors tablier devant les longrines

Suivant la géométrie retenue sur l'ouvrage, une bordure de trottoir pourra être mise en œuvre devant la longrine sur la dalle de transition pour prolonger la bordure hors le tablier.

Hors tablier coté Île de Ré

Les bordures de trottoir coté Île de Ré seront prolongées et seront plongeantes dans le terrain naturel en extrémité.

Hors tablier Coté Rochefort

Les bordures de trottoir coté Rochefort se prolongent hors de l'ouvrage sur plusieurs dizaines de mètre. Par conséquent, les travaux de raccordement nécessiteront des reprises sur plusieurs bordures afin de récupérer le fil d'eau existant.

X.8.1 - Travaux d'enrobés

Sur tablier

La reconstitution de la couche de roulement sera réalisée en béton bitumineux de type BBSG de granularité 0/10 et de classe III.

L'épaisseur de cette couche de roulement devra s'adapter à l'épaisseur existante sur l'ouvrage pour permettre de traiter les raccordements sans créer de point bas préposé à une stagnation d'eau.

Hors tablier

La chaussée en enrobé devra être reconstituée dans l'emprise des zones de terrassement.

X.9 - Pose des nouveaux dispositifs de retenue sur longrine

Ces travaux comprendront :

- La fourniture et la pose des dispositifs de retenue sur l'ouvrage ;
- La fourniture et la pose du système de protection motocycliste, si nécessaire ;
- Le raccordement aux dispositifs de retenue existants,

X.10 - Raccordement des dispositifs de retenue aux glissières de la section courante

Ces travaux comprendront :

- La fourniture et la pose des dispositifs de retenue en dehors de l'ouvrage ;
- La fourniture et la pose du système de protection motocycliste, si nécessaire ;
- Le raccordement aux dispositifs de retenue existants,

Il s'agit de dispositifs de retenues fichés dans le sol, dans les accotements, en tête de talus.

X.11 - Prestations à la charge du Maitre d'Ouvrage /exploitant

Les prestations / travaux listés ci-après seront à la charge de l'exploitant

- L'avis/l'information des usagers de la présence des travaux ;
- Le balisage et la signalisation sur la RN 237 afin de neutraliser temporairement les voies nécessaires pour réaliser certaines phases de travaux (pose et dépose des dispositifs de protections provisoires),
- La fermeture des voies/bretelles nécessaires pour réaliser les travaux ;
- Le balisage et la signalisation des déviations ;

XI - TABLEAU DE SYNTHESE POUR AIDER A LA DECISION

Niveau de retenu	**H4b**	**H3**	**H3**	**H2**	**H2**	**H2**	**H1**
Nom	***DOLRE H464***	***BPL71***	***H3 W5 BP***	***DOLRE H241***	***H2 W5 BL***	***EURO H2-F2***	***Glissière et garde-corps***
Visuel							
Esthétique	- Revêtement de couleur - Remplissage esthétique	- Revêtement de couleur	- Revêtement de couleur	- Revêtement de couleur - Remplissage esthétique	- Revêtement de couleur	- Revêtement de couleur	- Revêtement de couleur - Garde-corps esthétique
Travaux de base	Travaux communs quel que soit le choix du niveau de retenue : - Réalisation d'une nouvelle longrine support des barrières devant la contre-corniche existante sur le tablier - Traitement de l'étanchéité et de l'enrobé - Création de longrines sur les dalles de transition pour supporter les barrières avant de se raccorder avec la section courante hors ouvrage. - Raccordement sur glissières métalliques hors ouvrage						
Travaux de renforcement du tablier	Non						
Largeur roulable sur le tablier	7,0 m	6,8 m	6,8 m	7,0 m	7,1 m	6,7 m	6,2 + 2 trottoirs de 1 m
Déflexion dynamique (Dm)	1,7 m	1,2 m	1,4 m	1,8 m	1,5 m	0,6 m	1,0
Bande d'implantation	Longrine 0,50	Longrine 0,60	Longrine 0,60	Longrine 0,50	Longrine 0,45	Longrine 0,65	Longrine 0,35 + trottoir
Trottoir	non	non	non	non	non	non	1 m
Espace libre en rive du tablier derrière la barrière	63 cm	70 cm	70 cm	63 cm	70 cm	70 cm	Négligé derrière garde-corps
Raccordement hors ouvrage	Avec glissières métalliques fichées dans le sol						
Estimation	223 000 €	191 000 €	175 400 €	176 000 €	155 200 €	166 250 €	143 350 €
Délais	1 mois	1 mois	1 mois	1 mois	1 mois	1 mois	1 mois
Autres travaux	• + 40 000 € pour supprimer l'espace libre en rive du tablier derrière la barrière : ○ Mise en œuvre d'une protection temporaire en rive du tablier, ○ Démolition des corniches et contre-corniche et réalisation de la longrine et du DR en lieu et place ○ Adaptation à étudier sur les murs en retour (arasement des murs en retour et dalles de frottement à créer par exemple) • + 20 000 € pour avoir une nouvelle corniche métallique avec larmier en rive du tablier • + 1 mois de délais						/
Phasage des travaux	• + 25 000 € pour réaliser les travaux par demi-chaussée en conservant une circulation sur l'ouvrage pendant les travaux Sous réservation d'avoir une largeur libre suffisante pour les usagers • + 15 jours de délais						

XII - PRECONISATION D'ETUDES ET D'INVESTIGATIONS

XII.1 - Etudes et investigations nécessaires pour le bon déroulement de l'opération

XII.1.1 - Levé topographique

Afin de limiter les aléas en phase travaux, il serait pertinent d'actualiser le levé topographique de 2010, en particulier au droit de la zone de travaux, si des modifications ont été apportées à la zone.

XII.1.2 - Reconnaissance des dalles de transition avec affaissement de chaussée dans les angles

Il a été constaté des défauts sur les accotements avec des affaissements de la chaussée et des bordures en about des deux murs en retour coté Rochefort (soit de chaque côté de l'ouvrage côté intérieur courbe).
Ces désordres sont typiques d'un affaissement/glissement des remblais d'accès en tête de talus, qui serait à traiter dans le cas de travaux d'aménagement sur les accotements.
De plus, il est possible que la dalle de transition soit impactée par ces défauts (perte de portance de la dalle, dalle cassée, ...).
Par conséquent, des investigations et des études complémentaires sont à mener pour la complétude du diagnostic des remblais et des dalles de transition à l'approche de l'ouvrage, en particulier dans les angles qui s'affaissent (ouverture de chaussée, terrassement dans l'angle de la dalle de transition et ses abords, nettoyage, inspection, essais sur le sol, remblaiement et reconstitution de la chaussée). Ce diagnostic est estimé entre 15 et 20 k€ hors taxes.

Cas de la barrière H1 avec longrine non ancrée :
Dans le cas où la solution envisagée serait une barrière H1 avec longrine non ancrée, ce diagnostic complémentaire n'est plus pertinent.
En effet, la nouvelle longrine ne serait pas implantée dans la zone de désordres, ou à une distance suffisante du bord la dalle pour ne pas être impactée par une potentielle déformation du talus.
De plus, la longrine non-ancrée ne serait pas solidaire, structurellement, de la dalle de transition.

Cas des barrières H2 ou H3 avec longrine ancrée sur la dalle de transition :
Dans le cas où la solution de longrine ancrée sur la dalle de transition est envisagée, afin de limiter les aléas en phase travaux et fiabiliser l'étude, des investigations seraient à envisager sur l'ouvrage pour vérifier l'état de conservation de la dalle de transition et des remblais.
Néanmoins, compte-tenu des travaux significatifs à réaliser (ouverture de chaussée, terrassement, ...) nous préconisons de réaliser ce diagnostic par l'entreprise de travaux dès le démarrage du chantier. En complément, nous proposons de prévoir dans le marché de travaux des tranches conditionnelles, pour démolir et reconstruire partiellement la dalle de transition et pour stabiliser les talus d'accès avec des enrochements.

XII.2 - Etudes et investigations à envisager pour mener des travaux d'opportunités

XII.2.1 - Actualisation de l'inspection détaillée de 2021

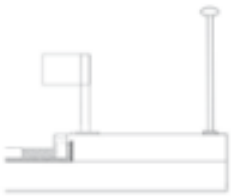
Afin d'actualiser notre connaissance de l'état de conservation de l'ouvrage existant, de définir les travaux à réaliser pour pérenniser l'ouvrage dans son ensemble et de les quantifier, nous préconisons de réaliser une inspection détaillée de l'ouvrage avec des moyens d'accès spécifiques de type nacelle pour accéder aux rives de l'ouvrage. Une attention particulière sera à porter à l'état des corniches béton préfabriquées.

XII.2.2 - Diagnostic corrosion

Compte-tenu des dégradations constatées sur les corniches béton préfabriquées (éclats de béton avec armatures apparentes et corrodées sur les faces cachées coté tablier), afin de qualifier l'état de conservation des matériaux béton, nous préconisons de réaliser un diagnostic spécifique pour identifier l'origine des désordres et prescrire les travaux de traitement des bétons.
Ce diagnostic pourra aussi s'intéresser aux contre-corniches en béton armé afin de confirmer leur bon état de conservation, en particulier dans le cas où il est envisagé de les conserver.

XIII - CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE

Le Maitre d'Ouvrage souhaite mettre en œuvre **une barrière de niveau H1, sur la chaussée, devant les contre-corniches existantes, et remplacer le garde-corps existant en rive du tablier** comme illustré sur le schéma ci-dessous (coupe transversale en rive du tablier) :



B1 : barrière niveau N,H1
et garde-corps

Ce choix est issu des considérations suivantes :

- Dans un premier temps, **le projet doit garantir la sécurité des personnes sur l'ouvrage**.
  En effet, pour des raisons de sécurité liées au risque de chute de personne en rive du tablier, l'implantation transversale du nouveau dispositif de retenue ne doit pas créer d'espace libre sur la corniche existante, qui pourrait potentiellement être emprunté par des piétons avec un vide au-dessus de la Route Nationale (sans garde-corps).
  Par conséquent, la solution globale devra, à minima, avoir une fonction de garde-corps en rive du tablier.

- La **solution d'un dispositif de retenue « double fonction » implanté en rive du tablier a été écartée**.
  Il existe sur le marché des dispositifs de retenue qui répondraient au critère de retenue « double fonction », pour des véhicules et des personnes, à implanter en rive du tablier.
  Néanmoins, des travaux importants sont à envisager pour implanter ces barrières en rive du tablier.
  En effet, dans le cas où la barrière est implantée transversalement devant la corniche et contre-corniche existantes, cette disposition laisserait un espace libre de l'ordre de 60 à 70 cm sur la corniche existante, qui pourrait potentiellement être emprunté par des piétons. Cette disposition serait contradictoire avec le premier point évoqué ci-avant vis-à-vis de la sécurité des personnes sur l'ouvrage.
  Pour implantation un nouveau dispositif de retenu « double fonction » en rive de l'ouvrage, des travaux importants sont à envisager, en particulier :
  - En rive du tablier, il serait nécessaire de démolir la corniche et contre-corniche existantes pour créer la longrine support des nouvelles barrières à la place.
  - Au droit des murs en retours, des travaux de génie civil seraient à réaliser hors tablier pour supporter la nouvelle barrière sur les murs en retour non prévus à cet effet (arasement du mur et création d'une dalle de frottement par exemple) avant de se raccorder aux glissières de la section courante.

  Ces travaux complémentaires, pour implanter la barrière en rive de l'ouvrage, sont estimés à 60 k€ HT et rajouteraient 1 mois sur le délai d'exécution avec fermeture de l'ouvrage.
  Par conséquent, la mise en place de deux dispositifs de retenue est envisagée :
  - Un garde-corps en rive du tablier en remplacement du garde-corps existant.
  - Une barrière devant la contre-corniche existante, qui empièterait sur la chaussée existante, à une distance compatible avec la déformation de la glissière en cas de choc pour ne pas endommager le garde-corps.

- **La solution d'un dispositif retenue de niveau H2 ou H3 est écartée.**
  Le calcul initial de l'indice de danger correspondait un niveau minimum théorique H3 pour un nouveau dispositif de retenue des véhicules sur l'ouvrage.
  D'un point de vue règlementaire, l'arrêté RNER n'étant pas opposable aux ouvrages existants, le guide du Cerema « Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art » autorise le Maître d'Ouvrage de passer du niveau H3 au niveau H1 car les travaux à envisager ont été évalués comme disproportionnés sur l'ouvrage.
  En effet, la mise en œuvre de dispositifs de retenue de niveau supérieur ou égal à H2 nécessite de créer des longrines ancrées sur le tablier ET sur les dalles de transition ou sur les murs en retour, pour garantir les longueurs d'efficacité minimales à respecter par la nouvelle barrière, avant de traiter le raccordement avec la section courante.
  L'estimation financière de ces travaux dépasserait l'enveloppe financière envisagée initialement (montant total des travaux estimés entre 160 et 220 k€ pour un budget de 120 k€).
  Une solution de longrine non-ancrée peut être envisageable, néanmoins :
  - Nous recommandons de ne pas imposer la conception de la longrine (ancrée ou non-ancrée) sur le tablier comme support des nouvelles barrières, dans le marché de travaux.
    En effet, compte-tenu du nombre limité, sur le marché, de produits/barrières qui proposent la solution de longrine non-ancrée pour des dispositifs de retenue de niveau supérieur ou égal à H2 (1 à 2 fabricants identifiés), dans un souci d'équité, nous ne préconisons pas d'imposer la solution du support des nouvelles barrières.
    Néanmoins, le choix d'une longrine non-ancrée sur le tablier peut être proposé par les entreprises lors de la consultation (sous réserve de la validation du maitre d'œuvre).
    Nota : une solution de longrine non-ancrée sur le tablier serait techniquement et économiquement avantageuse (estimée +/- 30 k€ sur l'opération).
  - Dans le cas d'une longrine non-ancrée sur le tablier, les barrières et les longrines non-ancrées hors ouvrage devront être prolongées dans les 4 angles pour respecter les longueurs d'efficacité minimales à respecter par la barrière hors tablier, avant de traiter les raccordements avec la section courante (longueur d'efficacité de 50 à 60 m suivant les produits).
    Nota : ces travaux de sur-longueur de barrières hors ouvrage (sur longrine non-ancrée) engendreraient un surcoût (estimé à +/- 60 k€ sur l'opération).

  De plus, compte-tenu de la nouvelle configuration envisagée avec deux dispositifs de retenue sur l'ouvrage (une barrière coté chaussée devant le garde-corps en rive de l'ouvrage), le niveau de danger peut être relativisé.

- **Choix d'un dispositif de retenu de niveau H1 sur longrine non-ancrée.**
  Il n'a pas été identifié de fabricant qui propose des dispositifs de retenue routier, sur ouvrage d'art, de niveau de retenue H1 et disposant de la certification CE.
  D'après le guide technique du SETRA « Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers » – septembre 2001, les barrières de niveau H1 sont généralement des modèles uniquement de section courante que l'on adapte à l'ouvrage.
  Par conséquent, avec une barrière de niveau H1, il peut être envisagé de créer une longrine non-ancrée sur le tablier et hors ouvrage sur une longueur de l'ordre de 30 ml dans les 4 angles.

XIV - PRECONISATIONS D'EXIGENCES A INDIQUER DANS LE CCTP

XIV.1 - Garde-corps pour piéton en rive du tablier

XIV.1.1 - Généralité

Les caractéristiques minimums suivantes sont imposées :

- La fonction garde-corps du dispositif de retenue sur ouvrage pour la sécurité des piétons devra être assurée selon la norme XP P98 – 405.
- Le dispositif de retenue devra être compatible avec la dilatation du tablier au droit des deux joints de chaussée pour un souffle inférieur à 10 cm.
- Le marquage CE et respect de la norme NF EN 1317 de l'ensemble des dispositifs de retenue sur ouvrage.
- Les certifications NF de l'ensemble des dispositifs de retenue hors ouvrage (pour les raccordements).
- Les vérifications ou dimensionnements devront être menés conformément au corpus des Eurocodes.

Qualité des matériaux
Les éléments constitutifs des garde-corps sont conformes aux prescriptions de la norme XP P 98-405.

Protection contre la corrosion
La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud dans un atelier accepté préalablement par le maître d'œuvre.

Cas d'un revêtement de couleur
La protection contre la corrosion sera suivie d'une mise en peinture de couleur avec application automatisée (thermolaquage ou équivalent) d'un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification C4GNV.
Celle-ci fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG.

La couleur sera à définir par le Maitre d'Ouvrage.

XIV.1.2 - Dessins d'exécution des ouvrages

Les documents d'exécution comprendront (liste non exhaustive) :

- Les dessins d'exécution,
- Le détail des dispositifs d'extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue des accès,
- Un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les scellements

XIV.1.3 - Fabrication et montage

La fabrication et le montage des garde-corps sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme XP P 98-405.

En cas de courbe de rayon inférieur à 100 m, les lisses sont cintrées de manière à respecter la tolérance de pose prévue ci-après.

Les lisses sont assemblées par manchonnage, un seul raccordement étant prévu entre deux supports successifs.

Les éléments des garde-corps sont assemblés puis posés et réglés en alignement et en altitude. Il est vérifié que les montants sont bien verticaux, la tolérance pour faux aplomb étant de 0,5 cm sur la hauteur.

Le scellement des montants n'intervient qu'après vérification par le maître d'œuvre du parfait alignement des garde-corps.

La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé, quelles que puissent être les irrégularités de l'assise.

Le béton de scellement est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure.

Le surfaçage du béton de scellement est soigné, de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner à l'encastrement des montants.

XIV.1.4 - Reconditionnement des surfaces protégées

Les surfaces à reconditionner au droit des blessures, des coupes ou des soudures exécutées sur chantier sont convenablement dégraissées, décalaminées ou dérouillées s'il y a lieu, puis reçoivent, en l'absence d'humidité, l'application de peinture riche en zinc.

L'épaisseur de la peinture mise en œuvre est supérieure ou égale à celle du revêtement adjacent.

Lorsque la surface des défauts à reconditionner dépasse 20 % de la surface totale des garde-corps, la peinture de reconditionnement est généralisée pour donner une homogénéité de teinte.

La mise en peinture est effectuée par un applicateur titulaire de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs.

XIV.2 - Barrière H1 (Glissière métallique)

XIV.2.1 - Généralités

Les glissières de sécurité sont conformes à la norme NF P 98-410.
Elles doivent être titulaires de la marque NF-Equipements de la route - Barrières de sécurité.

Les caractéristiques minimums suivantes sont imposées :

- Le niveau de retenu minimum est H1
- La largeur de fonctionnement (W) et d'intrusion du véhicule (VI) doivent être compatible avec le garde-corps implanté à l'arrière de la barrière.
- Le dispositif de retenue devra être compatible avec la dilatation du tablier au droit des deux joints de chaussée pour un souffle inférieur à 10 cm.
- Les dispositifs de retenue sur ouvrage et hors ouvrage, dans le virage extérieur devront être équipés d'un Systèmes de Protection pour Motocyclistes (SPM) ou assurer cette fonction, si nécessaire.
- Les vérifications ou dimensionnements devront être menés conformément au corpus des Eurocodes.
- La longrine béton armé support de la glissière métallique devra être non-ancrée au tablier.

Qualité des matériaux

Les éléments constitutifs des glissières sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 98-412 et du règlement particulier de la marque NF-Equipements de la route - Barrières de sécurité.

Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud dans un atelier accepté préalablement par le maître d'œuvre.

Cas d'un revêtement de couleur

La protection contre la corrosion sera suivie d'une mise en peinture de couleur avec application automatisée (thermolaquage ou équivalent) d'un système titulaire de la marque ACQPA-Systèmes anticorrosion par peinture, de classe de certification C4GNV.
Celle-ci fait l'objet des garanties découlant de l'application des tableaux 6 et 7 du fascicule 56 du CCTG.

La couleur sera à définir par le Maitre d'Ouvrage.

XIV.2.2 - Dessins d'exécution des ouvrages

Les documents d'exécution comprendront (liste non exhaustive) :

- Les dessins d'exécution,
- Le détail des dispositifs d'extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue des accès,
- Un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les pièces d'ancrage

Les documents d'exécution relatifs aux ancrages des glissières de sécurité comprennent un plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les pièces d'ancrage, y compris les dispositifs prévus aux extrémités de l'ouvrage.

XIV.2.3 - Fabrication et montage

La fabrication et la mise en œuvre des ancrages sont réalisées conformément aux prescriptions de la norme NF P 98-413.
La mise en œuvre des barrières se fait conformément aux prescriptions de la norme XP P 98- 422.

La fabrication et le montage des barrières sont réalisés conformément aux prescriptions de la notice de montage du fabriquant

En cas de courbe de rayon inférieur à 100 m, les lisses sont cintrées de manière à respecter la tolérance de pose prévue ci-après.

Les montants des dispositifs de retenue sont verticaux, c'est-à-dire perpendiculaires au plan défini par la platine qui est horizontal à ± 1 mm près, mesuré sur sa surface.
La tolérance pour faux aplomb est de 0,5 cm sur la hauteur.

Le scellement des pièces d'ancrage et la fixation définitive des montants des barrières n'interviennent qu'après vérification par le maître d'œuvre du parfait positionnement de ces parties.

La longueur des ancrages dans le béton doit tenir compte des calages et des renformis de toute nature pour respecter les profondeurs d'ancrage données par le fournisseur.

La tolérance pour faux alignement en plan ou en hauteur est de 1 cm par rapport à la ligne idéale tout le long de l'ouvrage intéressé, quelles que puissent être les irrégularités de l'assise.

Le béton de longrine est fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure. Son surfaçage est soigné de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner au pied des montants.

XIV.2.4 - Reconditionnement des surfaces protégées

Les surfaces à reconditionner au droit des blessures, des coupes ou des soudures exécutées sur chantier sont convenablement dégraissées, décalaminées ou dérouillées s'il y a lieu, puis reçoivent, en l'absence d'humidité, l'application de peinture riche en zinc.

L'épaisseur de la peinture mise en œuvre est supérieure ou égale à celle du revêtement adjacent.

Lorsque la surface des défauts à reconditionner dépasse 20 % de la surface totale des barrières, la peinture de reconditionnement est généralisée pour donner une homogénéité de teinte.

La mise en peinture est effectuée par un applicateur titulaire de la marque ACQPA-Peinture anticorrosion/Certification des opérateurs

XIV.3 - Ancrage en cas de fixation par scellement chimique

XIV.3.1 - Généralités

Les forages et les scellements sont fonction du cahier des charges du produit de scellement spécifié par le fabriquant.

La procédure de mise en œuvre du scellement est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.

XIV.3.2 - Epreuves de convenance

Préalablement aux travaux, des épreuves de convenance doivent être réalisées en présence du maître d'œuvre dans le but de déterminer et valider la procédure d'exécution.

Un essai de convenance doit concerner deux (2) fixations au minimum.

Les essais de convenance englobent l'essai d'arrachement afin de s'assurer que la rupture de la partie fusible de la fixation se produit avant son arrachement.

XIV.4 - Longrine béton armé non ancrée

XIV.4.1 - Généralités

Les longrines non-ancrées seront réalisées conformément au guide technique SETRA des barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds (1999).

Seul le coulage en place est possible, toute préfabrication est exclue.

Sur le tablier

La longrine doit dépasser de 15 cm de l'enrobé.
La largeur doit être supérieure oui égal à 50 cm.
La hauteur doit être de 25 cm minimum.
La longrine pourra être coulée directement sur l'étanchéité.
L'espace ligne entre la longrine et l'enrobé sera comblé avec un asphalte coulé et gravillonné.

Il n'est pas prévu de comblement/remplissage entre la longrine et la contre-corniche.

Hors ouvrage

La longrine doit dépasser de 10 cm du sol ou de l'enrobé.
La largeur doit être supérieure oui égal à 50 cm.
La hauteur doit être de 50 cm minimum.
La longueur minimale de la longrine est obligatoirement de 30 m.
La chaussée en enrobé devra être reconstituée dans l'emprise des zones de terrassement.

XIV.4.2 - Béton pour béton armé

Classes d'exposition du béton :

- XC4 (alternance d'humidité et de séchage) ;
- XD3 (alternance d'humidité et de séchage) ;
- XS1 (exposé à l'air véhiculant du sel marin) ;
- XF2 (salage fréquent)

Classe de résistance minimum du béton : C35/45

XIV.4.3 - Aciers / armatures pour béton armé

Les armatures ou les pièces métalliques noyées dans le béton devront respecter les normes en vigueur.
Les armatures de liaison HA seront mises en place par scellement dans le béton armé.
Les produits de scellement chimiques seront autorisés pour sceller les armatures dans l'existant.

XIV.4.4 - Coffrage des éléments en béton

La finition de surface sera lisse et devra prévoir une pente sur la longrine pour éviter la stagnation d'eau.

XIV.4.5 - Scellement chimique

Les forages et les scellements sont fonction du cahier des charges du produit de scellement spécifié dans le sous-article « Produits de scellement des fixations dans la longrine » de l'article « Dispositifs de retenue marqués CE » du chapitre 3 du présent CCTP.
La mise en œuvre du scellement est conforme à l'ETE et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre

XIV.5 - Mortier de réparation

Si nécessaire, le mortier de réparation devra être de classe de résistante R3 minimum et adapté à la classe de l'exposition de l'ouvrage [se référer au paragraphe « classes d'exposition du béton »].

Fin du rapport

ANNEXE 1 : Description du modèle de calcul

ANNEXE 2 : Cahier de plans