

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département de Génie Civil

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie Civil

Thème

Entretien et réparation des équipements d'un pont routier : Joints de chaussée et dispositifs de retenue

Réalisé par :

CHENITI Inaam.

Encadré par :

Mme D.CHERID.

Mme H.MOHABEDDINE.

Composition du Jury :

Président	Mr BALI,	Pr	ENP
Rapporteur	Mme D.CHERID,	MAA	ENP
	Mme H.MOHABEDDINE,	MAA	ENP
Examineur	Mme S.STIHI,	MAA	ENP
	Mr A.ABDELGUERFI,	MAA	ENP

Promotion : Juin 2016

Ecole Nationale Polytechnique 10, Avenue Hassen Badi BP 182 El-Harrach
16200 Alger, Algérie

ملخص

ان التحدي الكبير في صيانة معدات المنشآت الفنية في اهميتها بالنسبة للمجتمع و امنه وكذا التكلفة المادية في حالة انهيارها. ان معرفة حالة هذه المعدات, كيفية ترميمها و صيانتها حسب طبيعة ونوع المشكلة يسمح في زيادة عمرها الاستغلالي.

في هذه المذكرة نتطرق لمشاكل التي تمس بعض المعدات مع اقتراح طرق خاصة لترميمها و صيانتها.

الكلمات المفتاحية : صيانة , معدات المنشآت الفنية, ترميم.

Abstract

The lack of maintenance of bridges equipments may have important consequences on the safety of people and properties. In addition to the heavy financial consequences in case of important deterioration or the total damage of the equipment wich will be the responsibility of authorities. A good knowledge of their condition and the application of a regular maintenance can prevent their degradation and thus the incidents. Moreover, operating conditions and the quality of their maintenance significantly lengthen their lifespan. In the present work, we define different disorders recorded on the equipments of bridges namely pavement joints and restraints, as well as technical reparation and rehabilitation which correspond to a specific disorder.

Keywords: maintenance, bridges equipments, reparation

Résumé

Le défaut d'entretien des équipements de pont peut avoir des conséquences importantes pour la sécurité des personnes et des biens. C'est la responsabilité des collectivités locales ce qui se traduit par des conséquences financières lourdes en cas de détérioration importante de l'équipement. Une bonne connaissance de leur état ainsi que la mise en œuvre d'un entretien régulier aident à prévenir leur dégradation et les incidents.

Dans ce présent travail, on a défini les différents désordres enregistrés sur les équipements des ponts à savoir les joints de chaussées et les dispositifs de retenue, ainsi que les techniques de réparations et de réhabilitation correspondant à un désordre précis.

Mots clés : entretien, équipements de pont, réparation.

Je dédie cette thèse à :

A la mémoire de mes grands parents Que dieu vous ait en sa sainte miséricorde.

A ma très chère mère, Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon cher Père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. A celui qui a veillé sur mon enseignement et mon éducation, Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, que dieu te garde

A mon cher frère Wathik et mes chères sœurs Manel et Hadia, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Mes anges gardiens et mes fidèles compagnons. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A ma très chère Amie et binôme Amira : A celle qui m'a toujours aidée, écoutée, soutenue et encouragée; je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

A tous mes amis vous qui aviez été la tout au long de mon cursus et m'aviez soutenus, vous serez à jamais dans mon cœur, je souhaite que vous puissiez voir en ce mémoire la marque de ma profonde amitié envers vous.

A tous les membres de ma famille, petits et grands. Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.

Inàam.

Remerciements

Au terme de ce travail je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mes encadreurs Mme D.CHERID et Mme H.MOHABEDDINE pour tout le temps qu'elles ont consacré, leurs directives précieuses, et leur contributions à l'élaboration de ce projet de Master

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tous mes professeurs de l'ENP, pour leur disponibilité et leurs aides.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet.

Table des matières

Liste des figures	
Introduction générale	11

Chapitre I Généralités

INTRODUCTION.....	13
1. Généralités sur les ponts :	13
1.1. Définition d'un pont	13
1.2. Les éléments structuraux d'un pont.....	13
1.3. Classification des ponts :	15
1.4. Les différentes catégories de pont	15
1.4.1. Les ponts à poutres	15
1.4.2. Les ponts en arc	15
1.4.3. Les ponts suspendus	16
2. Généralités sur les équipements	16
2.1. Rôle et importance des équipements	17
2.2. Caractéristiques des équipements des ponts.....	18
2.3.1. Joints de chaussée:	19
2.3.2. Les appareils d'appui	19
2.3.3. L'étanchéité :	19
2.3.4. Les dispositifs de retenue	19
CONCLUSION	20

Chapitre II Désordres et dégradations des joints de chaussée et des dispositifs de retenue

INTRODUCTION.....	22
1. Les joints de chaussées	22
1.1. Les différents types de joints :.....	22
1.1.1. Les joints non apparents :.....	22
1.1.2. Les joint à hiatus	23
1.1.3. Les joints à plaques appuyées	24
1.1.4. Les joints à bande.....	24
1.2. Désordres dans les joints de chaussées.....	24
1.2.1. Dans les joints à revêtement amélioré.....	25
1.2.2. Dans les joints mécaniques :	25
1.2.3. Dans les joints de chaussée métalliques :.....	26
1.2.4. Dans les joints à profilé élastomère :	26
2. Les dispositifs de retenue	26
2.1. Les garde-corps.....	26
2.2. Les barrières de sécurité	27
2.3. Les désordres dans les dispositifs de retenue	28
CONCLUSION	29

Chapitre III Entretien et réparation des joints de chaussée et des dispositifs de retenue

INTRODUCTION.....	31
1. Entretien des équipements	31
1.1. L'entretien courant.....	31
1.2. L'entretien spécialisé	32
2. Action d'entretien des joints de chaussée	33

2.1. Joint à revêtement amélioré.....	33
Joints de chaussée mécaniques :.....	33
2.2. Joint de chaussée métallique.....	33
3. Action de réparation et de reprise d'une ligne d'un joint de chaussée .	35
3.1. Les travaux de remplacement de joints de chaussée	35
3.1.2. Pose du joint	37
3.2. Spécifications à préciser sur le nouveau joint et sur sa mise en œuvre :.....	37
4. Entretien et réparation des dispositifs de retenue	38
4.1. Intervention sur les barrières métalliques.....	38
4.2. Intervention sur les garde-corps	39
CONCLUSION	41

Chapitre IV Cas pratique ponts de TAFOURAH

INTRODUCTION.....	43
1. Présentation de l'ouvrage.....	43
1.1. Description du Pont 2 :	43
1.2. Description du pont 3 :	44
2. Historique.....	45
3. Résultats d'inspection :	45
3.1. Désordres observés sur Pont 2 :.....	45
3.1.1. Garde-corps.....	45
3.1.2. Joints de dilatation	46
3.2. Désordres observés sur Pont 3.....	46

3.2.1. Garde-corps.....	46
3.2.2. Joints de dilatation	47
4. Causes et conséquences des désordres :.....	47
4.1. Cas du Pont 2	47
4.1.1. Garde-corps.....	47
4.1.2. Joints de dilatation	48
4.2. Cas du Pont 3 :.....	48
4.2.1. Garde-corps.....	48
4.2.2. Joints de dilatation	49
5. Travaux de réhabilitation :	50
5.1. Court terme	50
5.2. Moyen terme	50
6. Entretien préventif.....	50
CONCLUSION	51
Conclusion générale	53
Références bibliographiques	55

Listes des figures

Figure I. 1 Différents éléments d'un pont.	13
Figure I. 2 Transmisiton des charges dans les ponts à poutres.....	15
Figure I. 3 Transmission des charges dans ponts en arcs.	16
Figure I. 4 Transmission des charges dans les ponts suspendus.	16
Figure I. 5 Les differents equipements d'un pont.....	18
Figure II. 1 Schéma descriptif d'un joint non apparent.	23
Figure II. 2 Joint à hiatus.....	23
Figure II. 3 Schéma descriptif d'un joint à bande.....	24
Figure II. 4 Exemple de garde-corps	26
Figure II. 5 Barrière de type BN4.....	27
Figure IV. 1 Pont 2 de TAFOURAH.....	42
Figure IV. 2 Pont 3 de TAFOURAH.....	43



INTRODUCITON GENERALE

La plupart des équipements des ouvrages d'art sont réalisés en matériaux, susceptibles de se dégrader au cours du temps par des mécanismes d'endommagement très variés qui peuvent induire une dégradation structurale, fonctionnelle ou esthétique et avoir comme conséquence une perte de valeur ou de qualité de service à un niveau élémentaire ou global.

Un équipement d'un ouvrage d'art peut se dégrader sous l'influence des causes liées à sa qualité d'origine ou à des sollicitations d'exploitation ou d'environnement. Pour permettre d'augmenter ou tout simplement de tenir la durée de vie, il y a lieu de prévoir une consultation ou réparation adéquates.

Mais il est important, pour que la réparation soit de qualité, de connaître toutes les causes et les types de ces dégradations apparentes ou cachées affectant la structure.

Ce modeste travail que nous présentons consiste à exposer les différentes techniques de réparation des équipements de ponts, plus précisément les joints de chaussée et les dispositifs de retenue.

Au chapitre I, nous avons présenté les différents types de pont, leur classement, ainsi que des généralités sur les équipements des ponts.

Dans le 2^{ème} chapitre, nous passerons en revue les dégradations et désordres affectant les joints de chaussée selon leur type, ainsi que les dégradations qui touchent les dispositifs de retenue.

Le 3^{ème} chapitre, nous le consacrons aux différentes techniques de réparation et d'entretien, en commençant par celles concernant les joints de chaussée et par la suite celles concernant les dispositifs de retenue. Par la suite nous traitons le cas des 2 ponts de TAFOURAH, dans le chapitre 4, en exposant les différentes dégradations observés sur leurs équipements, spécialement les joints de chaussée et les dispositifs de retenue ainsi que les méthodes de réparation y correspondant.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I



GENERALITES

INTRODUCTION

Ce chapitre traitera les généralités sur les ponts, ainsi que leurs différents équipements.

1. Généralités sur les ponts :

1.1. Définition d'un pont

Un pont est un ouvrage qui permet de franchir ou d'enjamber tout obstacle naturel (oued, ravin) ou voie de circulation (route, autoroute, chemin de fer, canal). Les aqueducs pour le passage de canalisations et les passerelles pour piétons sont considérés aussi comme des ouvrages de franchissement pour l'un ou l'autre de ces obstacles.

1.2. Les éléments structuraux d'un pont [1]

Un pont comporte généralement quatre catégories d'éléments :

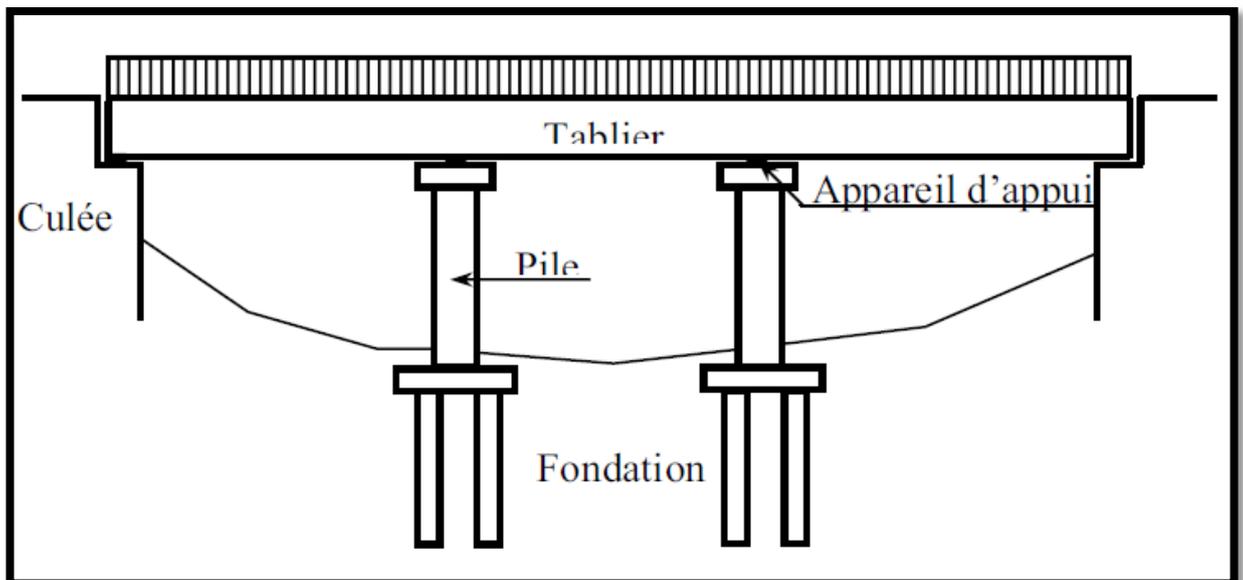


Figure I. 1: Différents éléments d'un pont.

- ✓ Les fondations: C'est un système au moyen duquel l'ouvrage repose sur le sol et lui transmet les charges qu'il reçoit. Suivant la nature du sol, les fondations sont superficielles (semelles isolées ou filantes) ou profondes (pieux ou barrettes). Dans ce deuxième cas, les fondations sont surmontées par une semelle de liaison.
- ✓ Appuis: Ils supportent l'ouvrage jusqu'au niveau des fondations. On distingue deux types d'appuis : les culées, qui sont les appuis extrêmes, et les piles, qui sont les

appuis intermédiaires. Un appui peut être composé par un ou plusieurs voiles ou par des colonnes surmontées par un chevêtre

- ✓ Tablier: C'est un élément sur lequel repose la voie de circulation. Il comporte essentiellement des dalles de plus des poutres principales et des éléments secondaires.
- ✓ Les appareils d'appui : le tablier repose sur les appuis à l'aide des appareils d'appui qui permettent le déplacement horizontal et vertical du tablier sous l'effet des charges.

1.3. Classification des ponts :

Dans le but de mieux connaître la nature et le type de l'ouvrage, une classification des ponts est effectuée, et cela sur la base des critères suivants :

- **La nature de la voie portée** on distingue le pont-route, pont-rail, aqueduc et pont pour avion.
- **Leur disposition en plan** : pont droit, pont courbe et pont biais.
- **La nature du matériau utilisé** (dans la réalisation des éléments porteurs) : pont en bois, pont en maçonnerie, pont métallique (fonte, fer, acier), pont en béton armé et pont en béton précontraint.
- **Leur fonctionnement** : il ya trois grandes catégories, à savoir, pont à poutres (Sous le terme de ponts à poutres, on regroupe tous les ouvrages dont la structure porteuse reprend les charges essentiellement par son aptitude à résister directement à la flexion [2], pont en arc (éléments porteurs en arc, encastrés ou articulés, générant des poussées horizontales aux appuis) et les ponts suspendus (tablier suspendu à deux câbles porteurs principaux ancrés dans des massifs d'ancrage au niveau des culées, passant aux sommets de pylônes et supportant le tablier par l'intermédiaire de suspentes.
- **Leur méthode d'exécution** : Tel que les pont en encorbellements successifs où le tablier est constitué d'une succession de voussoirs montés en encorbellement de part et d'autre d'une pile ou à partir de la culée ou les ponts cantilever dont la travée est constituée de consoles qui sont le prolongement des travées adjacentes ou encastrées sur les piles, et d'une travée centrale indépendante et de longueur réduite s'appuyant sur ces consoles.

1.4. Les différentes catégories de pont [1-2]

1.4.1. Les ponts à poutres

Sous le terme de ponts à poutres, on regroupe tous les ouvrages dont la structure porteuse reprend les charges essentiellement par son aptitude à résister directement à la flexion, les réactions d'appui étant verticales ou quasi verticales. Le tablier est, généralement, une structure linéaire dont les travées peuvent être indépendantes, continues ou exceptionnellement posséder des parties en console.

Les ponts à poutres n'exercent qu'une action verticale sur leurs appuis. Dans cette catégorie on a : les ponts à poutres, les poutres-caissons, les ponts-dalles.

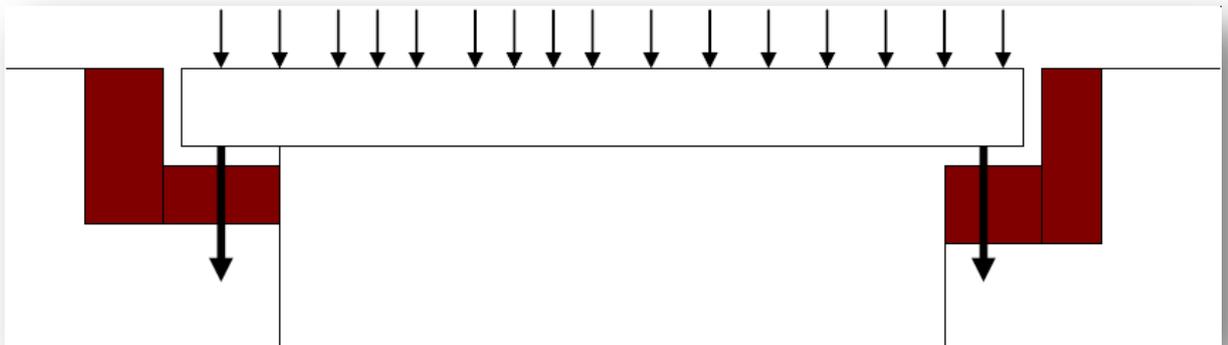


Figure I. 2 Transmisiton des charges dans les ponts à poutres.

1.4.2. Les ponts en arc [1]

Ce sont des ponts qui exercent sur ses appuis des forces qui ont tendance à les écarter. Ils ajoutent ainsi une composante horizontale à la réaction verticale d'appui. Ils sont essentiellement construits avec des matériaux résistant en traction. Les ponts-voûtes en maçonnerie sont classés parmi les ponts en arcs

Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs arches en bois, en pierre, en acier, en béton armé ou précontraint. Ce tablier peut être au dessus ou au dessous de l'arc: pont à tablier supérieur, pont à tablier intermédiaire et pont à tablier inférieur.

Dans la même catégorie les ponts à béquilles verticales ou obliques et les portiques.

Cas particulier : le BOWSTRING

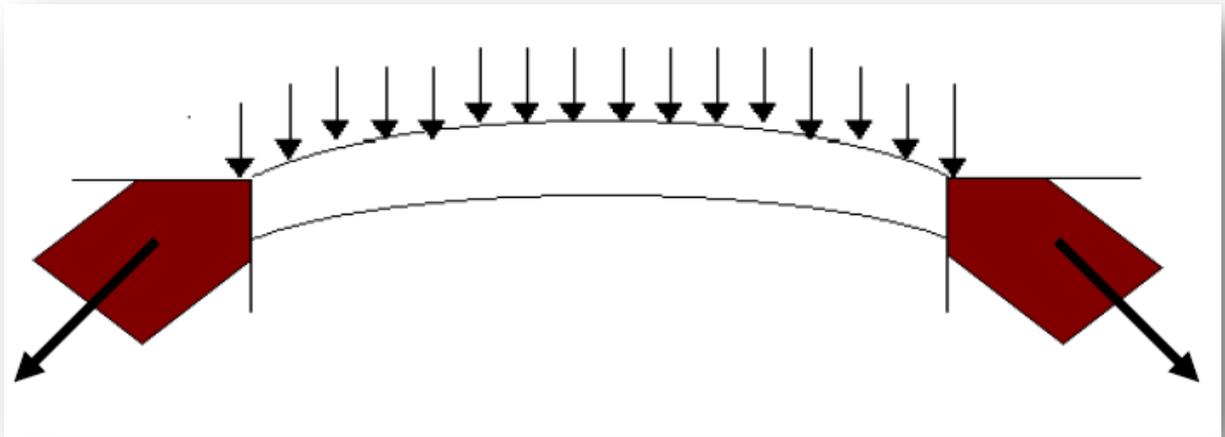


Figure I. 3 Transmission des charges dans ponts en arcs.

1.4.3. Les ponts suspendus [1]

Les câbles de suspension des ponts suspendus exercent sur les massifs d'ancrage des tractions tendant à rapprocher ces appuis extrêmes. En général, ils sont à trois travées. L'acier est le matériau presque exclusivement utilisé : acier à très haute résistance pour les câbles de suspensions, acier également pour le tablier, quant aux pylônes ils peuvent être construits en acier ou en béton armé.

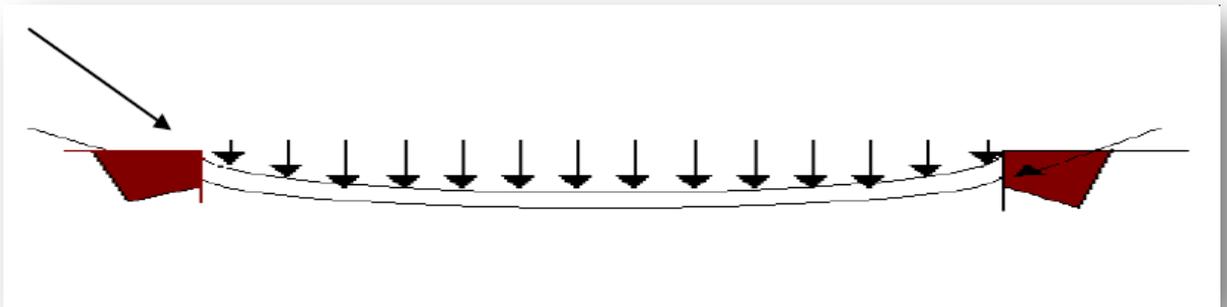


Figure I. 4 Transmission des charges dans les ponts suspendus.

2. Généralités sur les équipements :

Les équipements sont des éléments ajoutés à la structure et nécessaires à son usage, concourent à la sécurité des usagés et à l'exploitation de l'ouvrage. Ils couvrent un ensemble de dispositifs de nature, de conception et de fonctionnement très divers.

2.1. Rôle et importance des équipements :

Trop souvent considérés comme accessoires, les équipements jouent un rôle fondamental dans la conception, le calcul et la vie d'un ouvrage. Tout d'abord, ce sont eux qui permettent à un pont d'assurer sa fonction vis-à-vis des usagers. En second lieu, par le poids qu'ils représentent, ils sont un des éléments du dimensionnement et du calcul de la structure[3]

Ces dispositifs, parce qu'ils n'ont pas la pérennité de la structure elle-même, ne sont pas liés à demeure sur l'ouvrage. Ils remplissent un certain nombre de fonctions, tel que [4] :

- ✓ Assurer la sécurité des personnes et de la circulation : ce sont les bordures de trottoirs et les dispositifs de retenue (garde-corps, glissières et barrières).
- ✓ Protéger et maintenir la pérennité de la structure avec l'évacuation des eaux, les perrés sous travées de rive et surtout l'étanchéité.
- ✓ Permettre un fonctionnement correct de la structure : les appareils d'appui et les joints de chaussée.
- ✓ Rendre la circulation confortable avec la chaussée, les dalles de transition, les joints de chaussée ou plus simplement être un élément de confort visuel avec les corniches ou de confort de la vie pour les riverains grâce aux écrans acoustiques.
- ✓ Permettre la visite et l'entretien courant du pont : échelles, portes, passerelles, etc.

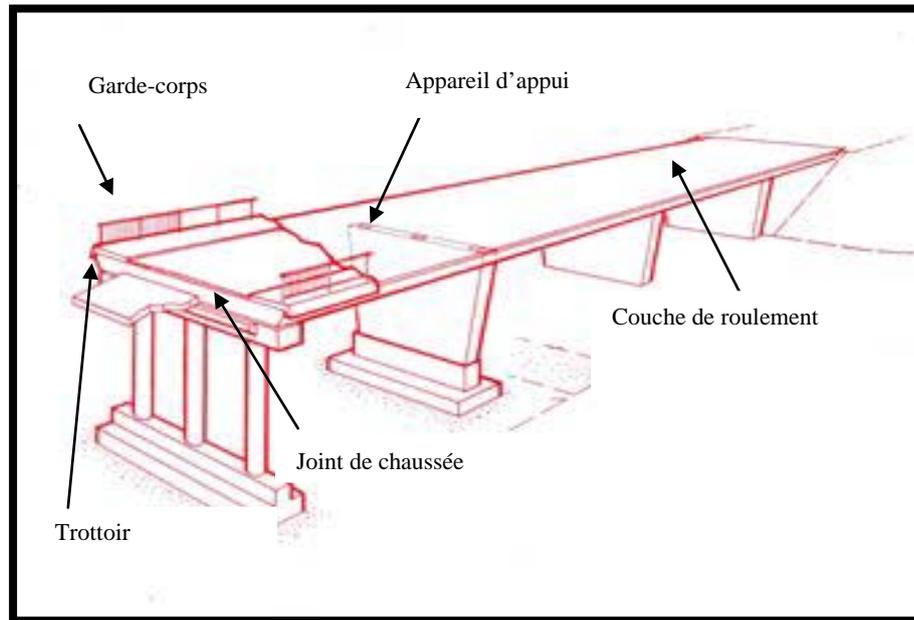


Figure I. 5 : Les différents équipements d'un pont.

2.2. Caractéristiques des équipements des ponts

Par rapport à la structure, les équipements sont caractérisés par :

- ✓ La plupart des ses équipements seront soumis aux agressions du trafic, au vieillissement, donc leur durée de vie va être assez réduite.
- ✓ Ils doivent donc être conçus pour pouvoir être changés ou réparés facilement, durant la vie de l'ouvrage, notamment lors des interventions d'entretien.
- ✓ Leur fabrication et leur mise en œuvre relèvent, dans la plupart des cas, d'entreprises spécialisées situées bien souvent à l'interface de l'Industrie et du Génie Civil. Ces entreprises interviennent dans des conditions délicates qui sont celles, soit de fournisseurs de produits de haute technologie vis-à-vis d'entreprises de gros œuvre ou de génie civil, soit de sous-traitantes.

Enfin, il ne faut pas sous-estimer leur importance économique : ils représentent environ 13 % du coût total d'un pont au moment de sa construction et, surtout, 36 % de son coût d'entretien [2].

2.3. Les différents types d'équipement :

Certains équipements, sont importants et indispensable pour l'ouvrage, car ils conditionnent son bon fonctionnement et sa durabilité, c'est pour cela qu'ils doivent être étudiés et sélectionnés avec soin dès le stade de l'étude du projet. On cite :

Les joints de chaussé, les appareils d'appuis, les dispositifs de retenue, l'étanchéité...

2.3.1. Joints de chaussée :

Un joint est un espace entre deux portions d'une structure dont le but est de permettre à chacune des parties des déplacements relatifs indépendamment l'une de l'autre. Il permet de reprendre le souffle de l'ouvrage, c'est-à-dire, le déplacement relatif du tablier, tant en mouvement longitudinal, transversal et vertical.

Le joint de chaussée est un élément exposé aux agressions de la circulation et de l'environnement. Toute intervention sur cet équipement entraîne des conséquences sur l'exploitation de l'ouvrage qu'il convient de limiter par de bonnes règles de conception et de mise en œuvre.

2.3.2. Les appareils d'appui :

Les tabliers de ponts reposent en général, sur leur appuis « piles et culées » par l'intermédiaire d'appareils d'appui, conçus pour transmettre des efforts verticaux et horizontaux, ainsi que de permettre les mouvements de rotation [3]

2.3.3. L'étanchéité :

L'étanchéité est un équipement primordial de la stabilité et de la durabilité de la structure car l'étanchéité protège les éléments constitutifs de la structure telle que la dalle, contre les produits agressifs comme l'eau, ou tout élément nocif.

2.3.4. Les dispositifs de retenue

Le dispositif de retenue routier est un terme général désignant «les dispositifs de retenue de véhicules et les dispositifs de retenue pour piétons utilisés sur les routes» [5]. Sur les ponts, on a, côté bord libre :

- ✓ Des dispositifs de retenue pour piétons qui sont les garde-corps,
- ✓ Des dispositifs de retenue pour véhicules qui sont les barrières de sécurité pour ouvrages d'art.

Dans cette thèse, on ne traitera que le cas des joints de chaussé, et des dispositifs de retenue.

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons définis les ponts, leur classification ainsi que leurs différentes catégories. Par la suite nous avons parlé des généralités sur les équipements des ponts. Après cela, on va passer aux différents désordres atteignant les joints de chaussé et les dispositifs de retenue.

Chapitre II

Désordres et dégradations des joints de chaussée et des dispositifs de retenue

INTRODUCTION

Tous les équipements sont caractérisés par une durée de vie beaucoup plus moindre que celle de la structure porteuse; non seulement parce qu'ils sont sujets à usure ou vieillissement, mais aussi parce qu'un surdimensionnement n'offrirait pas une meilleure garantie de durabilité dans certaines conditions environnementales défavorables.

Dans ce présent chapitre, On va s'intéresser aux différents désordres dans les joints, ainsi que dans les dispositifs de retenue.

1. Les joints de chaussées

Le joint de chaussée constitue un élément primordial du bon fonctionnement de l'ouvrage et de la sécurité de l'utilisateur. Cependant les joints de chaussée sont caractérisés par une durée de vie assez courte, car ils sont sujets à usure et vieillissement.

1.1. Les différents types de joints :

Le type de joint doit être soigneusement sélectionné dès le stade de l'avant-projet ou au début des études d'exécution, et cela dépend de plusieurs facteurs, on cite :

- Le souffle qui est le déplacement maximal les positions extrêmes du joint, il est fonction du souffle sismique, du souffle thermique, du retrait et du fluage.
- La résistance à la fatigue.
- L'étanchéité.
- Le trafic.
- La facilité d'entretien du joint.
- Le coût.

1.1.1. Les joints non apparents :

Ils sont réservés aux petits ouvrages situés sur des routes secondaires, des conceptions rustiques, pour des souffles inférieurs à 10mm. Ils peuvent être à revêtement amélioré, quand le vide entre les lèvres du joint est rempli de matériaux spéciaux, puis de recevoir un revêtement résultant d'un mélange de granulats et de liant bitume modifié par des polymères.

[3]

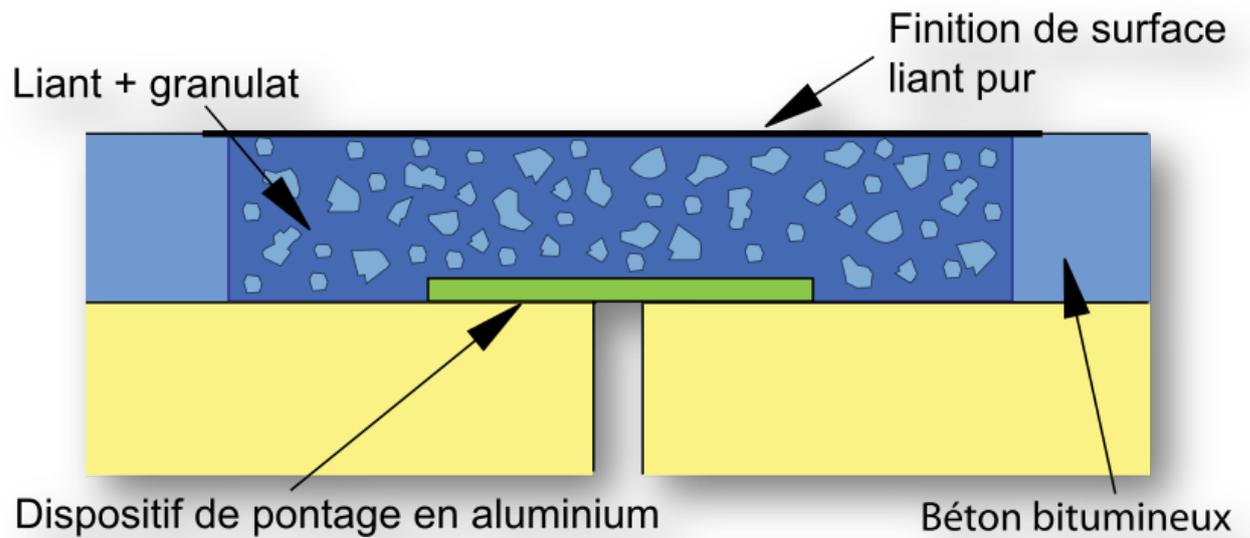


Figure II. 1 Schéma descriptif d'un joint non apparent.

1.1.2. Les joint à hiatus

Pour des souffles de l'ordre de 50mm, on prévoit des joints à hiatus, ils sont constitués de deux profilés en acier, ou en alliage d'aluminium, espacé d'un vide occupé par profilé en élastomère ou en mousse d'élastomère à fin d'assurer l'étanchéité du joint [3].

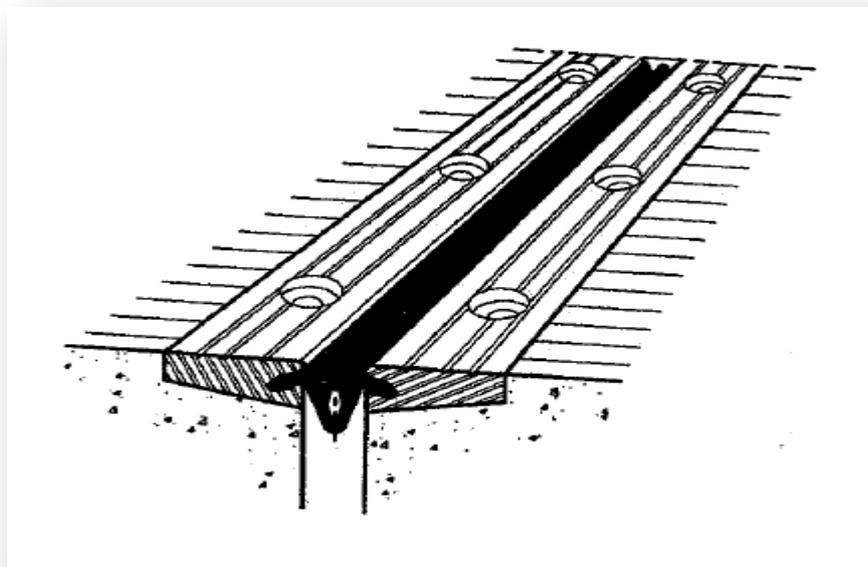


Figure II. 2 Joint à hiatus.

1.1.3. Les joints à plaques appuyées

Ils comportent des éléments à peigne, ancrés d'un côté de la structure. Ces éléments sont appuyés sur des contre-éléments à peigne fixés du côté opposé [6].

1.1.4. Les joints à bande

Appelés aussi joints à pont en bande, fixé à la structure par boulonnage, c'est des joints ayant des propriétés élastique permettant les différents mouvements de la structure.

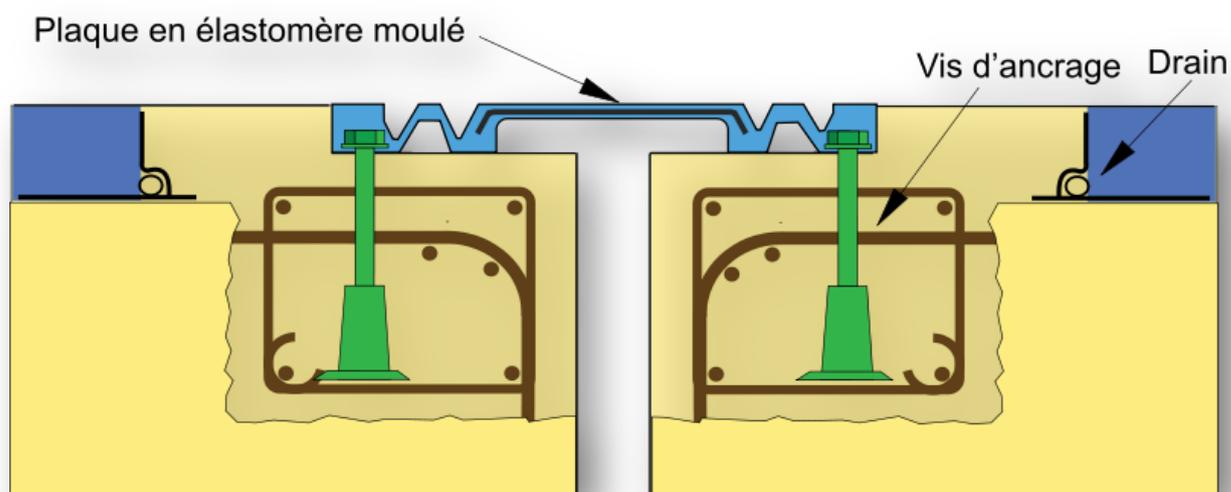


Figure II. 3 Schéma descriptif d'un joint à bande

1.2. Désordres dans les joints de chaussées

La répartition des variations linéaires des tabliers de ponts dépend de la conception du système d'appuis. Des « jeux » doivent être ménagés à chaque coupure entre deux parties ainsi qu'à une ou deux extrémités. Au droit de chacune de ces coupures, on dispose un joint de chaussée, dans le rôle est de permettre aux véhicules de les franchir dans les meilleures conditions de confort et de sécurité [3].

Toute dénivellation ou rupture de continuité entre le joint et la chaussée, provoque une majoration dynamique des effets des véhicules lourds lors du franchissement du joint, causant ainsi des dommages dans le joint et dans les différents éléments auxquels il est fixé.

En réalité, il est extrêmement difficile, pour ce type d'équipement, de séparer le type, la nature, voire l'origine du désordre de la décision d'intervention ou du choix de la technique de remise en état. D'autre part, ce type d'équipement, de par sa variété de conception,

présente une diversité importante de types de désordres. Par ailleurs, certains désordres peuvent être le signe avant-coureur ou avertisseur d'une grave pathologie de la structure, qu'il convient donc de détecter et de signaler pour agir, non pas sur la remise en état du joint, mais sur la réparation de la structure.

1.2.1. Dans les joints à revêtement amélioré

Comme nous l'avons déjà expliqué ces joints consistent à creuser une saignée dans la chaussée au droit du joint et à la remplir avec un matériau constitué d'un mélange de granulats et de liant bitume modifié par des polymères. C'est la viscoélasticité du mélange qui permet les déplacements tout en assurant l'étanchéité. Les différents désordres dans ce type de joints sont :

- Fissuration du revêtement au droit d'un joint sous tapis ou à revêtement amélioré, elle est provoquée par la rupture consécutive à un souffle trop important ou au vieillissement du matériau de remplissage ou à une qualité médiocre du revêtement adjacent.
- Défauts d'uni de surface : fluage, départ de la couche superficielle, orniérage (déformation longitudinale permanente de la chaussée caractérisée par un tassement de celle-ci qui se crée sous le passage répété des roues).

1.2.2. Dans les joints mécaniques :

- Détérioration due au passage des véhicules.
- Désordres sur les solins et les bétons d'ancrage à proximité du joint, quand le solin ne fait pas partie du joint : épaufrures, fissurations, et défaut de tenue aux sels de déverglaçage.
- Défaut de nivellement : décalage vertical d'éléments en regard.
- Chocs, rupture d'éléments, usures, cassure, ...
- Rupture d'ancrage.
- Usure de pièce frottant l'une sur l'autre.
- Défaut d'étanchéité : par défaut de jantage, par rupture du profilé en élastomère, ou cassure.
- Désordres sur le dispositif éventuel de recueil des eaux.
- Problème au niveau de la jonction avec l'étanchéité de l'ouvrage et du drain.
- Tassement du mortier de calage

1.2.3. Dans les joints de chaussée métalliques :

- Tassements du revêtement de part et d'autre du joint : Ces tassements sont dus aux chocs provenant du ressaut des roues de véhicules au passage du joint.
- Desserrage de la visserie : écrous desserrés sous l'action du trafic.
- Détérioration de solins
- Détérioration des dispositifs d'étanchéité et des collectes d'eau.

1.2.4. Dans les joints à profilé élastomère :

- sortie du profilé élastomère de son logement.

2. Les dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue sont les équipements placés sur les bords latéraux des ponts, destinés à retenir des piétons ou de véhicules en perdition.

2.1. Les garde-corps

Ce sont des dispositifs assurant la sécurité des piétons. Ils sont mis en place en bord libre des tabliers, en limite extérieure des trottoirs. La nature de ces dispositifs les distinguent nettement des dispositifs de retenue de véhicules, notamment par les principes de dimensionnement et d'évaluation de leur performance.



Figure II. 4 Exemple de garde-corps

En général, les garde-corps sont métalliques (acier ou alliage d'aluminium ou mixte) Mais aussi, parfois, en béton armé, en bois, en verre, etc. Ils doivent satisfaire à trois types de critères :

- ✓ De géométrie (hauteur, dimension du remplissage), en fonction de la nature de l'ouvrage,
- ✓ De résistance statique simulant la poussée d'une foule, poussée fonction de la largeur du trottoir,
- ✓ De résistance dynamique simulant le choc d'un corps sur les éléments de remplissage du garde-corps ou la tenue au choc de remplissage fragile (les panneaux en verre, par ex.).

2.2. Les barrières de sécurité

Les barrières sont destinées à empêcher des véhicules lourds de tomber du pont, et à essayer de les remettre, si possible, dans la bonne direction. On distingue :

- Les barrières normales, dimensionnées pour retenir un car de 12 t lancé à 70 km/h sous une incidence de 20°.
- Les barrières lourdes, qui doivent retenir un camion de 38 t également lancé à 70 km/h sous une incidence de 20°.

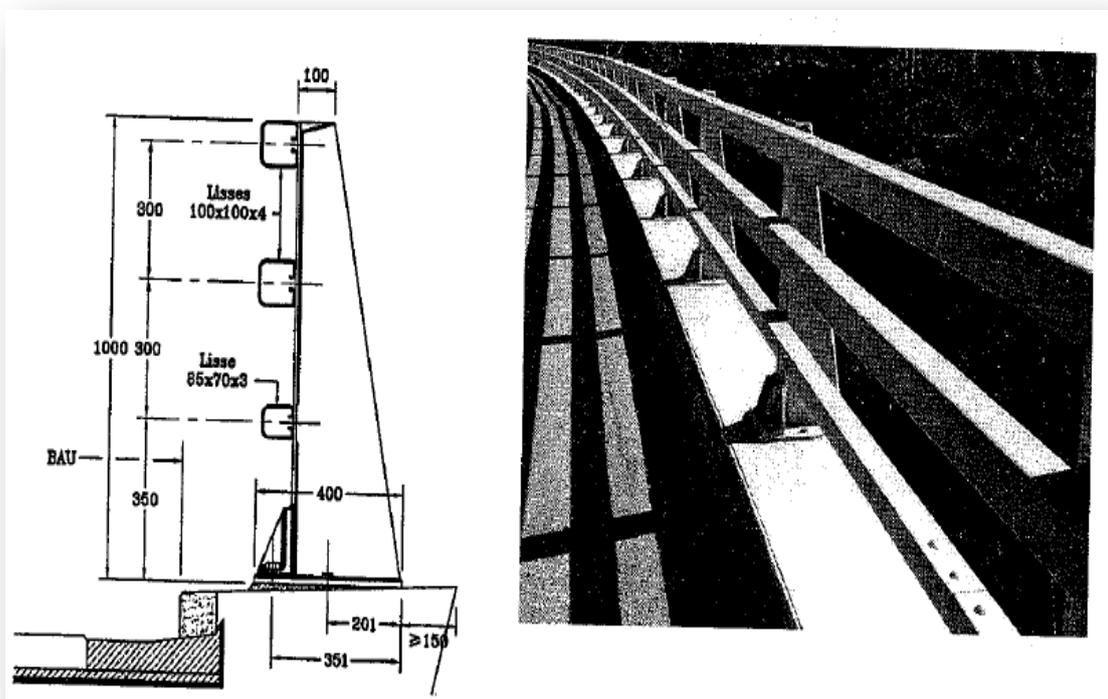


Figure II. 5 Barrière de type BN4

Les niveaux de sécurité des barrières sont définis dans la norme NF EN 1317-2 et on peut les résumer dans le tableau suivant :

Tableau II. 1 Les niveaux de sécurité selon NF EN 1317-2

Niveau	Condition de l'essai d'acceptation		
	Vitesse d'impact (Km/h)	Angle d'impact (degré)	Masse totale du véhicule (t)
N1	80	20	1.5
N2	110	20	1.5
	100	20	0.9*
H1	70	15	10
H2	70	20	13 (car)
H3	80	20	16
H4a	65	20	30 rigide
H4b	65	20	38 (semi-remorque)

2.3. Les désordres dans les dispositifs de retenue

a. Les défauts de géométrie

Ils sont résultants soit par erreur d'implantation donc on observera des défauts d'alignement, comme ils peuvent être les traces de chocs des véhicules heurtant ;

b. La corrosion :

Observer dans les dispositifs de retenue métalliques en acier même après une « galvanisation à chaud » protection conformément à la NORME NF EN ISO 1461 [7] car cette dernière a une durée de vie limitée. L'état de cette protection doit être vérifié avant que l'acier ne soit corrodé et que les propriétés de retenue du dispositif, telle la résistance, diminuent par la suite.

c. Les désorganisations des liaisons entre les éléments constitutifs du dispositif de retenue :

Il s'agit des désordres au niveau des soudures, de la boulonnerie, tel que desserrage, l'absence d'écrous ou encore l'apparition de fissures de retrait dus à la soudure, de corrosion locale par suite d'une mauvaise tenue de la protection au droit d'une soudure.

d. Déformations locales de certaines parties du dispositif de retenue

Observées principalement sur les profils en acier formés à froid. Ces déformations apparaissent sous forme de fissures dans les angles par écrouissage de l'acier ;

e. Désordres sur les liaisons à la structure [8]

Dans les barrières de sécurité la zone de liaison avec la structure conditionne le bon comportement de ce dispositif, en effet si cette liaison est trop résistante sa engendre une rupture de la zone d'ancrage de la structure, et si elle est trop faible, on aura une flèche trop grande, diminuant ainsi la capacité de retenue. Cette zone est notamment sensible aux actions de corrosion et aux modifications intemperistiques lors des interventions sur les ponts.

Cependant la zone d'ancrage de la structure est en béton armé, elle doit transmettre les efforts à la structure pour permettre au dispositif de remplir sa fonction de retenue. Cette partie est susceptible d'être attaqué par les effets de gel-dégel et par les sels de déverglaçage si la composition du béton n'est pas adaptée à l'environnement.

f. Défauts d'étanchéité ou de raccordement à l'étanchéité de l'ouvrage

Ces désordres là sont dus le plus souvent aux défauts de conception du dispositif, ou à son exécution, le plus souvent diagnostiqué au pied des barrières.

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons donné les différents désordres des joints de chaussée tel que les fissurations et les détériorations dus au passage de véhicules d'une part, et d'autre part les désordres observés dans les dispositifs de retenue, qu'on cite le plus souvent la corrosion. Après avoir listé les différents désordres possibles on va passer à leur entretien et réparation.

Chapitre III

Entretien et réparation des joints de chaussée et des dispositifs de retenue

INTRODUCTION

Tous les équipements doivent être accessibles pour pouvoir contrôler leur état. Par rapport à la structure porteuse. Il convient donc d'adopter des dispositions permettant de les réparer facilement ou, plus généralement, de les remplacer dans de bonnes conditions.

1. Entretien des équipements

Tous les ouvrages d'art doivent être entretenus et, si nécessaire, réparés. On distingue l'entretien préventif et la réparation.

L'entretien préventif consiste à intervenir, soit systématiquement, soit sur la base d'une dégradation prévisible ou amorcée, sur tout ou partie d'un ouvrage avant que celui-ci ne soit altéré. Il vise à prévenir une altération, pour des raisons tant économiques que de sécurité de fonctionnement. On distingue :

- ✓ l'entretien courant : les interventions étant réalisées périodiquement en fonction d'un calendrier ;
- ✓ l'entretien spécialisé, les interventions étant programmées en fonction d'observations.

La réparation consiste à remettre partiellement ou totalement un ouvrage altéré. Elle peut être précédée d'une intervention immédiate pour assurer la sécurité des personnes et doit d'abord faire l'objet d'un diagnostic.

1.1. L'entretien courant [9]

Il s'agit des tâches courantes d'entretien qui ne nécessitent pas l'application de techniques spéciales et ne concernent pas les interventions structurelles. L'entretien courant comprend des tâches régulières et/ou systématiques (par exemple le nettoyage des dispositifs d'assainissement) et des tâches conditionnées par l'environnement et l'usage des ouvrages. Pour être bien conduit, l'entretien courant des ouvrages d'art doit être effectué :

- ✓ Par une équipe habituée à ce genre de travaux, encadrée par un chef d'équipe ayant acquis une bonne connaissance des ouvrages par formation spéciale ou par expérience ;
- ✓ Par une équipe disposant du matériel adapté ;
- ✓ Suivant un programme préétabli par itinéraire ou par nature d'intervention ;

- ✓ Au moment opportun : par exemple, le nettoyage des ouvrages peut avantageusement trouver sa place en fin d'hiver, mais aussi à l'automne et comprendre la vérification des dispositifs d'évacuation des eaux.

L'entretien courant peut être réalisé par le maître d'ouvrage en régie (par exemple, les équipes d'exploitation chargées de la voirie) ou par un prestataire extérieur.

Pratiquement toutes les opérations d'entretien courant peuvent être programmées ; elles doivent donner lieu à un constat qui mentionne notamment : l'identification de l'ouvrage, la date de l'intervention, l'indication des opérations effectuées. Ce constat peut être regroupé avec celui établi au titre de la visite de contrôle annuel ; il peut également contenir des indications sur l'entretien spécialisé à effectuer.

Toute opération ayant pour but de maintenir un ouvrage dans son état de service relève de l'entretien. L'entretien a essentiellement un caractère préventif. Tous les ouvrages d'art doivent être entretenus.

1.2. L'entretien spécialisé [9]

Malgré un bon entretien, l'ouvrage subit, avec le temps, des dégradations sous l'action de la circulation et de son environnement ; leur réparation rapide peut éviter une aggravation entraînant des dépenses importantes ; ces travaux d'entretien spécialisés sont toujours décidés et définis après réalisation de constats (contrôles périodiques, inspections détaillées). Ils sont normalement prévisibles et peuvent faire l'objet d'une programmation pluriannuelle.

Ces travaux sont souvent de faible importance ; ils portent pour l'essentiel sur les équipements et les éléments de protection et également sur les défauts mineurs de la structure qui ne remettent pas en cause la capacité portante de l'ouvrage ; ils peuvent néanmoins être onéreux rapportés aux dimensions des ouvrages. Ils nécessitent parfois des délais d'attente entre phases d'exécution et des restrictions de l'exploitation des ouvrages pendant leur réalisation.

Ces travaux doivent être préparés et exécutés avec beaucoup de soin et doivent être surveillés avec beaucoup d'attention. L'expérience enseigne en effet que des travaux qui peuvent paraître simples à première vue (comme la réfection d'un talutage, la réfection partielle d'une peinture anticorrosion d'ouvrages métalliques, des ragréages de béton au droit d'armatures corrodées, etc.) sont en réalité complexes et peuvent donner lieu à des déboires,

voire à des accidents, s'ils ne sont pas précédés d'une étude faite par un spécialiste (par exemple le métré des éléments dégradés, des calculs de vérification...).

Un maître d'œuvre spécialisé peut être requis pour cadrer le marché des travaux et surveiller leur réalisation. Un groupement de divers travaux d'entretien spécialisés de même type concernant un lot d'ouvrages dans un même marché est une solution optimale.

2. Action d'entretien des joints de chaussée [11]

Pour chacun des désordres cités dans le chapitre précédent, il est nécessaire d'intervenir pour un entretien du joint avec des moyens spécifiques.

2.1. Joint à revêtement amélioré

2.1.1. Déformation par orniérage

En cas d'orniérage important, pour éviter les risques d'accumulation d'eau et pour des raisons de sécurité de la circulation, il est recommandé, en attendant une opération complète de réfection, de procéder à un rabotage afin d'écarter les «bosses».

2.1.2. Fissuration du revêtement :

- Si les fissures sont fines et réparties : pas d'intervention.
- Si la fissure est unique et nette ou avec épaufrures : procéder au pontage de la fissuration de ce revêtement. Ceci doit être considéré comme une opération provisoire pour éviter une aggravation du désordre.
- Si le revêtement est détérioré : procéder à son renouvellement ou à la reprise totale du joint.

Joints de chaussée mécaniques :

a. Entretien nécessaire

- Prendre des mesures de sécurité immédiate avec neutralisation d'une voie ;
- Une intervention est nécessaire au moins pour éviter le détachement d'un élément du joint en limitant le serrage au strict minimum;
- Prévenir une entreprise spécialisée.

b. Moyens nécessaires :

- Alternat de circulation éventuel, agents, fourgon, clé dynamométrique éventuelle.

c. Modes opératoires :

Mesure de sécurité immédiate : signalisation de restriction de circulation.

Cas où des écrous ou vis sont desserrés, des éléments manquants.

- Vérification visuelle détaillée des ancrages et des fixations, sondages sonores à l'aide d'un marteau pour déterminer si les dégâts sont généralisés (son creux), vérification du serrage.

2.2. Joint de chaussée métallique**a. Entretien nécessaire**

- Prendre des mesures de sécurité immédiate avec neutralisation d'une voie ;
- Remise en place du profilé. S'il est détérioré ou si les profilés présentent un défaut, faire appel à un spécialiste en ouvrages d'art pour examiner la situation en vue du changement du joint ;
- Si possible, remplissage provisoire du joint par matériaux enrobés à froid, tel que la résine.

b. Moyens nécessaires :

- Alternat de circulation éventuel, agents, fourgon.

c. Modes opératoires :

Mesure de sécurité immédiate : signalisation de restriction de circulation.

- En cas de remise en place, s'assurer qu'il y a une bonne tenue du profilé.

3. Action de réparation et de reprise d'une ligne d'un joint de chaussée

La reprise totale ou partielle d'une ligne de joint s'apparente à la même opération que la pose d'un joint sur un pont neuf lors de sa première mise en service. Cependant, il importe de prendre en considération un certain nombre d'aspects spécifiques qui sont très bien explicités dans le Guide Technique LCPC [10]

3.1. Les travaux de remplacement de joints de chaussée

Lors des travaux de remplacement de joint de chaussée, il convient d'être particulièrement attentif sur :

- ✓ L'état de la structure support,
- ✓ Le traitement des joints de trottoirs,
- ✓ La durée de prise des produits avant sollicitation,
- ✓ La continuité de l'étanchéité dans le cas de travaux par demi-chaussée.

3.1.1. Les particularités du remplacement des joints de chaussée

Nous supposons qu'à ce stade tout problème de structure ou de fondation a été exclu et que les désordres affectant les joints sont soit liés à leur vieillissement, soit liés à un mauvais choix de joint à l'origine. L'étude du remplacement d'un joint de chaussée et la réalisation des travaux de pose sont en général plus complexes que sur ouvrage neuf.

Les difficultés résident essentiellement dans les points suivants :

a. Le phasage des opérations

- Dépose de l'ancien joint.
- Comblement de la réservation.
- Réfection de la couche de roulement.
- Pose du nouveau joint.

b. L'état du support

Les sollicitations du trafic et la dépose de l'ancien joint créent inévitablement des désordres dans la zone d'ancrage du nouveau joint. Une attention particulière doit donc être apportée à l'état du support en place lors de la préparation de la réservation. En outre, des dispositions doivent être prises pour éviter d'endommager le ferrailage d'about de la dalle (repérage des armatures, examen des plans, plan d'exécution avec position des ancrages du nouveau joint, etc.).

c. La mauvaise connaissance des particularités de l'ouvrage

Dans le cas de remplacement de joint, on tient rarement compte de la nature du joint en place et de son mode de scellement pour choisir le nouveau joint. Certains éléments sont difficiles à retrouver ou restent inconnus : nature de l'étanchéité, existence de réseaux de concessionnaires, géométrie des abouts de tablier, dispositifs d'évacuation des eaux, etc.

En l'absence d'études et d'investigations préalables, le risque d'improvisation en phase travaux est donc grand.

d. Caractéristiques des joints en place

Il s'agit de savoir quel est le type de joint en place, de connaître son souffle, sa capacité de trafic et son adaptation au biais. On recherchera également le mode de scellement du joint à la structure. Ces éléments permettent de vérifier que le joint en place est effectivement adapté à l'ouvrage et si ce n'est pas le cas, de comprendre l'origine des désordres observés et d'en tenir compte pour les spécifications à prévoir pour les nouveaux joints.

Le mode de scellement permet d'évaluer les volumes qu'il faudra au minimum démolir pour pouvoir préparer la réservation du nouveau joint.

Il est aussi souhaitable de préciser au marché le type de joint en place afin que les entreprises puissent correctement appréhender l'importance des travaux de dépose des joints.

Il est aussi possible de réaliser des investigations pour connaître la nature du joint en place ou pour évaluer l'état de l'about du tablier. Ces investigations peuvent par exemple consister à réaliser des carottages ou de petites ouvertures au travers du solin jusqu'au béton support du tablier.

e. Géométrie des structures en about de tablier

Pour évaluer les modes possibles de scellement des joints, et avoir une idée des différentes parties à démolir, il faut disposer de :

Une coupe longitudinale du tablier : faisant apparaître :

- ✓ Le ferrailage passif de l'about du tablier.
- ✓ La position des éventuels ancrages de précontrainte.
- ✓ La largeur du joint en place.

- ✓ La nature de l'étanchéité sur l'ouvrage.
- ✓ L'épaisseur de la couche de roulement sur l'ouvrage.
- ✓ La géométrie du mur de garde-grève.
- ✓ Les dispositifs d'évacuation.

Une coupe transversale : Cette coupe doit contenir les détails des trottoirs, positions des relevés latéraux d'étanchéité, positions des éventuels réseaux présents, ainsi que les détails d'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux existants.

3.1.2. Pose du joint

En remplacement de joint, le principe de pose est en général différent de celui proposé pour les ouvrages neufs. Pour des raisons de faisabilité, de facilité ou de rapidité de pose, il est ainsi rare d'avoir des joints posés en feuillure bien que cette pose semblerait apporter une plus grande durabilité.

En général et sans spécification contraire du maître d'œuvre, les joints proposés sont posés dans l'épaisseur du revêtement.

Les joints à solin collé en résine peuvent être proposés du fait de la prise et de la montée rapide en résistance du produit. Il convient par contre de vérifier que le béton support n'a pas été fragilisé par la dépose de l'ancien joint. En outre, en choisissant ce type de joint, on s'expose aux aléas météorologiques, ce qui peut être très contraignant en cas de réouverture précoce à la circulation.

3.2. Spécifications à préciser sur le nouveau joint et sur sa mise en œuvre :

Les spécifications du nouveau joint comprennent bien évidemment les spécifications que l'on peut exiger pour un joint neuf :

- ✓ Capacité de souffle.
- ✓ Trafic admissible.
- ✓ Adaptation au biais.
- ✓ Étanchéité.

4. Entretien et réparation des dispositifs de retenue [8]

Certaines opérations d'entretien sont communes à tous les DRR, tel que :

- a. La protection contre la corrosion et la remise en état de la peinture.
- b. L'entretien des parties mobiles :

Pour les garde-corps comme pour les barrières comportant des parties manchonnées tel que passage d'un joint, liaison entre panneaux... il est important que ces parties gardent un certain degré de liberté. Les opérations d'entretien a pour but de maintenir cette libre dilatation en vérifiant :

- ✓ Que le manchon fonctionne correctement.
- ✓ L'absence d'usure anormale des pièces frottant les unes sur les autres.
- ✓ Le serrage ou la fixation correcte de ces pièces.

4.1. Intervention sur les barrières métalliques

a. Rehaussement d'ancrage

Il est possible d'envisager de tels rehaussements. Ces travaux nécessitent des précautions pour éviter des déboires ou des défauts de fonctionnement. Le principe est donc le suivant :

- ✓ Mettre des tiges filetées de diamètre approprié dans les douilles en place (repère 1),
- ✓ Visser des douilles "rallonges" (\varnothing 32) de la longueur nécessaire pour reprendre la hauteur du calage (repère 3). Ceci permet d'assurer une parfaite continuité du pas de vis,
- ✓ Souder ces douilles sur la platine de la pièce d'ancrage. Eventuellement, prévoir une pièce de liaison entre ces douilles pour bien les entretoiser,
- ✓ Mettre en place le support en le fixant avec des vis de bn4 ayant la même géométrie et la même nuance d'acier (repère 2),
- ✓ Bétonner le calage en ajoutant un ferrailage complémentaire lié, si nécessaire, à la longrine de la bn4

b. Remise en état des ancrages

La technique de remise en état d'ancrages des barrières de type BN4, comporte la série d'opérations suivantes :

- ✓ Dépose des vis en place avec l'aide d'un dégrippant.
- ✓ Alésage des douilles avec l'utilisation d'un trépied pour assurer le parfait centrage et la perpendicularité de l'alésage. Ce trépied peut être fixé par ventouse.
- ✓ Nettoyage du trou à l'aide d'un chiffon imbibé de méthyl-éthyl-cétone (MEC) pour dégraisser le trou après l'alésage.
- ✓ Remplissage du trou avec du résine époxydique.
- ✓ Mise en place de l'insert lisse à collerette jusqu'à affleurement avec la face inférieure de la contre platine.
- ✓ Remise en place de l'ancrage après prise de la colle.
- ✓ Mise en œuvre de l'étanchéité autour de la visserie.

4.2. Intervention sur les garde-corps**4.2.1. Changement d'un panneau**

Dans le cas d'une réparation ponctuelle ou d'un changement d'un panneau, le serrurier intervenant devra vérifier s'il est en face d'un modèle standard ou fabriqué à partir d'éléments courants du commerce.

Il est conseillé de se méfier du "standard" et de procéder à une vérification des cotes sur place, avant toute cotation de prix. On peut, cependant, admettre de légères modifications de cotes ou de profilés si cela peut diminuer le coût de fourniture sans nuire à la résistance ni à l'aspect d'ensemble.

Dans le cas de certains garde-corps en alliage d'aluminium dont les formes tarabiscotées demandées par un architecte ne sont plus fabriquées, il est alors souvent possible de passer par d'autres solutions comme le pliage de tôle. Ainsi, par exemple, la réparation d'un garde-corps, suite à un accident, nécessitait la reconstitution de moules ou de formes dans un matériau onéreux (le cuivre en l'occurrence), qui faisait que le coût du mètre linéaire de garde-corps réparé ressortait à 10 fois celui d'un garde-corps de luxe.

Cette opération de changement de panneau nécessite la dépose des manchons de continuité des lisses qui sont souvent des étreints du tube ou des morceaux de tubes soudés. La reconstitution de ce manchonnage nécessite de reprendre le dispositif.

4.2.2. Réparation des profilés fermés

Dans certain cas, l'eau peut pénétrer à l'intérieur des profilés. Les opérations de remise en état sont :

a. Le garde-corps ne porte pas de traces de détérioration mais sa conception rend possible l'apparition du phénomène

- ✓ Prévoir un percement systématique en pied du support ou du barreau concerné avec un reconditionnement de la zone de l'acier mise à nu par une peinture riche en zinc.
- ✓ Remplir, si nécessaire, par un coulis de ciment par exemple, le support jusqu'au niveau du trou (sans obturer le trou).

b. Le garde-corps présente un désordre d'ampleur limitée

- ✓ Reconstituer le cordon de soudure continu et étanche là où c'est nécessaire,
- ✓ Réaliser le percement décrit précédemment,
- ✓ Redonner au profilé sa forme initiale à l'aide d'un petit vérin de formage,
- ✓ Souder les lèvres fissurées,
- ✓ Apporter un renfort par une cornière ou une tôle pliée soudée,
- ✓ Reprendre l'ensemble de la protection contre la corrosion.

c. Le garde-corps est très abîmé : Si la détérioration paraît remettre en cause la résistance du garde-corps, donc sa fonction de sécurité des usagers, il convient de prendre de le remplacer.

4.2.3. Remise en état des scellements ou des fixations dans la structure

a. Scellements dans des réservations

Les désordres nécessitant des interventions d'entretien sont principalement liés à la qualité de fabrication et de mise en œuvre du béton de scellement dans la réservation. Ces bétons présentent fréquemment des détériorations liées à une mauvaise tenue aux cycles de gel-dégel et aux sels de déverglaçage.

La réparation consistera à les déposer pour les remplacer par des matériaux adaptés.

Un autre type de désordre est l'arrachement total du béton de la réservation comme un bouchon. Ceci est la conséquence d'un mode de coffrage des réservations normalement déconseillé. De même que précédemment, la réparation consiste à reprendre ces réservations avec traitement de la reprise de bétonnage et choix de matériaux de scellement adaptés.

b. Scellements par tiges d'ancrage

Les réparations consistent en un carottage concentrique au droit de l'ancrage et scellement d'une tige neuve par un produit de scellement conforme à la norme NF EN1504-6.

CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a exposé les méthodes et techniques d'entretien et de réparation adopté aux différents types des joints de chaussée soit en remplaçant le joint ou en procédant à des opérations spéciales pour la réparation de cet équipement. Nous avons aussi donné les différentes méthodes de réparation des dispositifs de retenue.

Chapitre VI

Cas pratique ponts de TAFOURAH

INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats de visite des ponts de TAFOURAH. Nous avons essayé d'établir une liste des défauts et des désordres rencontrés au niveau de ces ouvrages concernant les joints de chaussée et les dispositifs de retenue.

1. Présentation de l'ouvrage

Cet ouvrage regroupe 3 ponts, situé sur la Route Nationale RN5, Alger centre. Cet ouvrage permet principalement de franchir deux voies ferrées à la hauteur de la Grande Poste ainsi que des voies d'accès à un stationnement localisé entre les ponts 2 et 3.

Notre étude portera que sur les ponts 2 et 3.

1.1. Description du Pont 2 :

Le pont 2, est d'une portée de 114 m, il est constitué de deux sous-structures : une sous-structure de cinq travées continues, située entre les axes 1 et 6, et une autre de deux travées continues, couvrant les axes 6 à 8. Ce pont, de type dalle épaisse, possède une courbe verticale et un élargissement courbe débutant dans la travée 5 (soit à trois mètres de l'axe 6) et se terminant à l'axe 8. Une dalle d'épaisseur constante de $\pm 0,80$ mètre et de largeur variant de 12,5 mètres à 28,0 mètres repose sur des éléments d'appui (piles et culées) en béton armé.



Figure IV. 1 Pont 2 de TAFOURAH

Ce pont possède un trottoir de 0,95 mètre de largeur de chaque côté et des garde-corps métalliques d'une hauteur utile de 1,05 mètre. La largeur totale est de 10,6m, il comprend trois voies de 3,53 mètres.

1.2. Description du pont 3 :

Le pont 3 a la même portée que le pont 2 soit 114 m, il est constitué de deux sous-structures aussi : une sous-structure de cinq travées continues située entre les axes 1 et 6, et une autre de deux travées continues, couvrant les axes 6 à 8. Ce pont, de type dalle épaisse, possède une courbe verticale et un élargissement courbe débutant dans la travée 5 (soit à huit mètres de l'axe 6) et se terminant à l'axe 8. Une dalle d'épaisseur constante de $\pm 0,80$ mètre et de largeur variant de 12,5 mètres à 29,5 mètres repose sur des éléments d'appui (piles et culées) en béton armé.



Figure IV. 2 Pont 3 de TAFOURAH

Ce pont possède un trottoir de 4,3 mètres de largeur du côté Ouest, un trottoir de 0,95 mètre de largeur du côté Est et des garde-corps métalliques d'une hauteur utile de 1,05 mètres.

2. Historique

Aucun plan et aucun document relatif à la construction ou à la réparation de cet ouvrage n'est disponible. Cependant, le propriétaire mentionne que cet ouvrage a été réalisé vers les années 1961.

À notre connaissance, il n'y a eu aucune modification de la géométrie. Les joints de dilatation des deux ponts ont été changés et une nouvelle surface de roulement a été mise en place au cours des dernières années.

Différents travaux d'aménagement indépendants de l'ouvrage ont eu lieu dans les années qui ont suivi la construction de l'ouvrage. Les gens se sont approprié l'espace libre sous les ponts pour en faire des locaux administratifs et commerciaux, des entrepôts et un stationnement payant.

Une visite d'inspection de ces ponts a eu lieu

3. Résultats d'inspection :

3.1. Désordres observés sur Pont 2 :

3.1.1. Garde-corps

Dans l'ensemble, les garde-corps métalliques sont en bon état. Cependant, quelques défauts ont été observés du point de vue structural ainsi que certaines déficiences affectant la sécurité :

Travée 1 :

- Il y a interruption de la lisse inférieure du garde-corps Est.
- Il y a une ouverture de 400 mm entre le garde-corps Ouest et le fût du lampadaire.

Travée 6 :

- Le garde-corps Ouest a subi une déformation longitudinale,

Travée 7 :

- Le garde-corps Ouest présente une déformation de la lisse inférieure et l'absence de trois barrotins.

Des déformations de la lisse inférieure et de quelques barrotins à plusieurs endroits sur le pont.

Le système de protection contre la corrosion présente un défaut relié à l'adhérence de la peinture, le pelage, sur environ 5 % des surfaces.

3.1.2. Joints de dilatation

Il y a présence de joints de dilatation seulement aux extrémités des deux sous-structures. Les joints se composent de deux parties distinctes : la partie de la voie carrossable est un joint étanche à garniture enclenchée en élastomère, alors que la partie aux trottoirs et terre-pleins est un joint ouvert à ouverture libre.

Les trois défauts suivants sont typiques aux trois joints de dilatation : arrêt du joint étanche au droit du cours d'eau exerçant aucune retenue des eaux de pluie. Le joint libre est un évacuateur d'eau de pluie canalisée par le joint étanche. Accumulation de terre et poussière dans le joint étanche.

Présence d'infiltration d'eau du côté de la travée 6 et endommagement de l'épaulement du joint ouvert du trottoir Ouest.

3.2. Désordres observés sur Pont 3

3.2.1. Garde-corps

Dans l'ensemble, les garde-corps métalliques sont en bon état. Cependant, quelques défauts ont été observés du point de vue structural ainsi que certaines déficiences affectant la sécurité :

À la travée 1 :

- Il y a une ouverture de 225 mm entre le garde-corps Est et le fût du lampadaire.
- Déformation de la lisse inférieure et de trois barrotins du garde-corps Est. Ce dernier défaut est présent à plusieurs endroits sur le pont.

Le système de protection contre la corrosion présente un défaut relié à l'adhérence de la peinture, le pelage sur environ 5 % des surfaces.

3.2.2. Joints de dilatation

Selon nos observations, il y a présence de joints de dilatation seulement aux extrémités des deux sous-structures. Les joints se composent de deux parties distinctes : la partie de la voie carrossable est un joint étanche à garniture enclenchée en élastomère, alors que la partie aux trottoirs et terre-pleins est un joint ouvert à ouverture libre.

Les trois défauts suivants sont typiques aux trois joints de dilatation :

- Arrêt du joint étanche au droit du cours d'eau exerçant aucune retenue des eaux de pluie.
- Le joint libre est un évacuateur d'eau de pluie canalisée par le joint étanche.
- Accumulation de terre et poussière dans le joint étanche.
- La garniture enclenchée en élastomère arrête ± 50 mm avant la cours d'eau.
- Infiltration importante d'eau, lors d'une journée pluvieuse, sur toute la longueur du joint, du côté de la travée 6. Une gouttière a été installée sous le joint afin de capter l'eau.
- Pose d'une couche d'enrobé bitumineux par-dessus le joint de dilatation.

4. Causes et conséquences des désordres :

Dans cette partie, nous allons expliquer l'origine des défauts observés et leurs impacts sur la durabilité et l'intégrité structurale de l'ouvrage.

4.1. Cas du Pont 2

4.1.1. Garde-corps

L'interruption de la lisse inférieure du garde-corps Est de la travée 1 réduit la rigidité de cette section de garde-corps. Cependant, cette section est capable de résister aux efforts provenant des piétons, mais ne peut pas résister à l'impact d'un véhicule routier.

Les ouvertures entre les garde-corps et le fût des lampadaires ainsi que l'absence de barrotins sont très dangereuses pour les piétons, particulièrement les enfants. Sans enjamber quoi que se soit, ces derniers peuvent, lors d'un moment d'inattention ou lors d'un mouvement de curiosité, basculer dans le vide et s'infliger des blessures graves.

La déformation longitudinale à la travée 6 ainsi que la déformation de la lisse inférieure ainsi que de quelques barrotins, à plusieurs endroits sur le pont, n'entraînent pas des déficiences de l'élément affectant la sécurité des piétons. Cependant, une déformation des garde-corps jumelée à un ancrage partiel dans le béton (cas type de la travée 7) peut réduire la capacité de telle manière que le garde-corps pourrait ne pas pouvoir résister à un impact avec un véhicule routier.

Le défaut relié à l'adhérence de la peinture n'est pas très problématique, car ce défaut est seulement sur la couche de finition. Les endroits où le métal est à nu sont minimales de sorte que la corrosion des garde-corps, à ces endroits, n'affecte pas l'élément. Des travaux de peinture ne sont pas justifiés pour le moment. Il est préférable d'attendre une corrosion plus importante sur l'ensemble des éléments avant d'entreprendre des travaux de peinture.

4.1.2. Joints de dilatation

L'arrêt du joint étanche au droit du cours d'eau et la présence de joint libre sur les trottoirs, favorisent l'écoulement d'eau de pluie canalisée par le joint étanche. Cette eau endommage progressivement les côtés extérieurs de dalle, le dessous de dalle ainsi que les colonnes et les appareils d'appui. Le joint étanche devrait se poursuivre jusqu'à l'extrémité de la dalle, empêchant ainsi l'eau de s'égoutter en grande partie aux joints de dilatation.

L'accumulation de terre et de poussière dans le joint étanche empêche la fermeture du joint et restreint les mouvements du tablier. De plus, si l'accumulation s'accroît, des pressions s'exerceront sur la garniture d'enclenchement au passage de véhicules lourds et s'il y a présence de pierre de formes angulaires, il pourrait y avoir perforation locale de la garniture ou l'arrachement de celle-ci, rendant le joint perméable.

Un nettoyage au jet d'air de la garniture enclenchée du joint, effectué aux trois ans, pourrait prévenir la dégradation anticipée de celle-ci.

4.2. Cas du Pont 3 :

4.2.1. Garde-corps

Les ouvertures entre les garde-corps et le fût des lampadaires sont très dangereuses pour la sécurité des enfants. Sans enjambrer quoi que se soit, ces derniers peuvent, lors d'un moment d'inattention ou lors d'un mouvement de curiosité, basculer dans le vide et s'infliger des blessures graves.

La déformation de la lisse inférieure et de quelques barrotins à plusieurs endroits sur le pont n'entraînent pas déficiences de l'élément.

Le défaut relié à l'adhérence de la peinture n'est pas très problématique, car ce défaut est seulement sur la couche de finition. Les endroits où le métal est à nu sont minimales de sorte que la corrosion des garde-corps à ces endroits n'affecte pas l'élément. Des travaux de peinture ne sont pas justifiés pour le moment. Il est préférable d'attendre une corrosion plus importante sur l'ensemble des éléments avant d'entreprendre des travaux de peinture.

4.2.2. Joints de dilatation

L'arrêt du joint étanche au droit du cours d'eau et la présence de joint libre sur les trottoirs favorisent l'écoulement d'eau de pluie canalisée par le joint étanche. Cette eau endommage progressivement les côtés extérieurs de dalle, le dessous de dalle ainsi que les colonnes et les appareils d'appui. Le joint étanche devrait se poursuivre jusqu'à l'extrémité de la dalle, empêchant ainsi l'eau de s'égoutter en grande partie aux joints de dilatation.

L'infiltration importante d'eau de pluie sur toute la longueur du joint de l'axe 6 est probablement due à une mauvaise adhérence entre le béton d'épaulement (béton de la dalle) et la structure métallique du joint. Lors de la coulée de béton, il arrive fréquemment que le béton ne colle pas à l'acier (à cause de la surface trop uniforme et trop lisse de l'acier), occasionnant une micro-fissure entre ces deux matériaux où l'eau peut s'infiltrer. Cette fissure apparaît lors de la prise du béton. Il est possible que la garniture soit endommagée, mais cette hypothèse n'est pas vérifiable à l'œil. Il faudrait nettoyer la garniture du joint et faire des tests d'étanchéité à l'aide d'un camion citerne afin d'avoir un débit d'eau sous pression continu pendant plusieurs minutes.

L'accumulation de terre et de poussière dans le joint étanche et la pose d'un enrobé bitumineux par-dessus le joint empêchent la fermeture du joint et restreint les mouvements du tablier. De plus, si l'accumulation s'accroît, des pressions s'exerceront sur la garniture d'enclenchement au passage de véhicules lourds et s'il y a présence de pierre de formes angulaires, il pourrait y avoir perforation locale de la garniture, rendant le joint perméable.

Un nettoyage au jet d'air de la garniture enclenchée du joint, effectué aux trois ans, pourrait prévenir la dégradation anticipée de celle-ci.

5. Travaux de réhabilitation :

Les travaux de réhabilitation sur l'ouvrage Tafourah (2 et 3) ont été réalisés par l'entreprise ERROA spécialisé dans ce type de travaux et qui sont résumés comme suit :

5.1. Court terme

Les travaux de réhabilitation sur l'ouvrage Tafourah (2 et 3) ont été réalisés par l'entreprise ERROA spécialisé dans ce type de travaux et qui sont résumés

a. Travaux de remplacement de joints de dilatation :

- ✓ Remplacement de tous les joints de dilatation des deux ponts par des joints se prolongeant sur les trottoirs, jusqu'aux bords extérieurs du tablier.

b. Travaux de réparation des garde-corps :

- ✓ Refaire partiellement ou totalement les ancrages des sections de garde-corps Ouest des travées 6 et 7 du Pont 2 ;
- ✓ Réparation de la lisse inférieure de la section du garde-corps Est de la travée 1 du Pont 2 ;
- ✓ Réduire toutes les ouvertures entre les garde-corps et le fût des lampadaires à moins de 150 mm.

5.2. Moyen terme

Les travaux de réhabilitation proposés, à moyen terme, sur l'ouvrage Tafourah (2 et 3) concernent seulement le peinturage de l'ensemble des garde-corps de l'ouvrage.

6. Entretien préventif

En plus des travaux de réhabilitation, à court et moyen termes préconisés sur l'ouvrage, il est recommandé de mettre en place un programme d'entretien préventif de l'ouvrage afin de lui assurer une longévité optimale. Les interventions minimales à inclure à ce programme sont les suivantes :

- ✓ Nettoyage au jet d'air de la garniture enclenchée de tous les joints de dilatation, idéalement à tous les ans, mais au minimum à tous les trois ans ;
- ✓ Inspection sommaire de l'ouvrage à tous les cinq ans afin de prendre conscience de l'avancement des dégradations, de la propagation de défauts et

de l'apparition de nouveaux défauts nécessitant une intervention planifiable ou d'urgence.

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons traité le cas des ponts 2 et 3 de TAFOURAH.

Nous avons pu relever les désordres atteignant les joints de chaussée et les garde-corps. Par la suite les causes principales de ces dégradations et finalement des travaux de réhabilitation et d'entretien on été exposé.



CONCLUSION GENERALE

Vue que la notion de la structure parfaitement durable est une notion irréalisable, le déficit d'entretien et les processus de dégradation des équipements sont accélérés par plusieurs facteurs qu'on ne peut pas les maîtriser tous qui affectent leurs sécurités et leurs durée de vie par la suite. Il devient donc inévitable d'intervenir, soit par des actions d'entretien, de réparation ou de remplacement de ces équipements.

Dans cette thèse, nous avons pu comprendre les techniques d'entretien et réparation des équipements, spécialement, les joints de chaussée ainsi que les dispositifs de retenue et cela suivant les étapes suivantes :

- ✓ Identification des désordres et des dégradations affectant les joints de chaussée.
- ✓ Identification des désordres et des dégradations affectant les dispositifs de retenue notamment les garde-corps et les barrières de sécurité
- ✓ Evaluation des techniques d'entretien et de réparation des joints de chaussée et des dispositifs de retenue.

Un cas pratique a été évalué, le cas des 2 ponts de TAFOURAH. Nous avons enregistré des dégradations au niveau des joints, et d'autre au niveau des dispositifs de retenue, à savoir les garde-corps. Des techniques de réparation et d'autres d'entretien, ont été données par la suite.

En fin, ce projet de master est une synthèse de tout ce qu'on a appris durant notre cursus au sein de l'Ecole Nationale polytechnique, et aussi une occasion pour intégrer le milieu professionnel.



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] D.CHERID «Cours d'ouvrages d'art », l'école nationale polytechnique, 2016.
- [2] Jean -Armand CALGARO, Anne BERNARD-GÉLY, « Conception des ponts ». Ecole Nationale des ponts chaussées, 1995, 24p.
- [3] Jean -Armand CALGARO, Michel VIROLGEUX, Projet et construction des ponts, « Analyse structurale des tabliers de ponts ». Ecole Nationale des ponts chaussées, 1994, 349p.
- [4] FAEQ 1 GUIDE STRRES, Généralités sur les équipements. Edition du syndicat national des entrepreneurs spécialistes des travaux de renforcement de structures, 2009.
- [5] (NF EN 1317-1, § 4.1).
- [6] RST, SETRA «Joint de chaussée des ponts routes». Série ouvrages d'art n° 36 ,2013.
- [7] NORME-NF-EN ISO 1461.
- [8] FAEQ 1 GUIDE STRRES, Entretien et réparation des gardes corps. Edition du syndicat national des entrepreneurs spécialistes des travaux de renforcement de structures, 2009.
- [9] RST, SETRA «Surveillance et entretien courant des ouvrages d'art routiers». Série ouvrages d'art ,2011.
- [10] Guide Technique LCPC «Le contrôle des travaux de joints de chaussée et de trottoirs sur ouvrages neufs et en réparation.
- [11] FAEQ 3 GUIDE STRRES, Entretien et réparation des équipements d'ouvrages- Joint de dilatation. Edition du syndicat national des entrepreneurs spécialistes des travaux de renforcement de structures, 2009.