

RENFORCEMENT ET REMISE EN PEINTURE DES PONTS DU DANCOURT

Jacques BERTHELLEMY*, Olivier CROS**

* SÉTRA – Division des Grands Ouvrages et de l'Innovation
Jacques.Berthelley@developpement-durable.gouv.fr

** Direction des Routes du Nord
Olivier.Cros@developpement-durable.gouv.fr

1. PARTICULARITÉS DE L'OUVRAGE

Les ponts du Dancourt, sur la commune de Donchéry dans le département des Ardennes, portent l'A34. Cette autoroute du réseau national relie Charleville-Mézières et Sedan. La circulation sur l'A34, en cumulant les deux sens de circulation, a atteint 30 000 véhicules / jour dont 11 % de poids lourds. Les ouvrages franchissent la Meuse à l'ouest de Sedan. Deux ponts **indépendants** constituent la plate-forme autoroutière ce qui assure une grande robustesse pour la liaison autoroutière elle-même.

Le choix d'ouvrages indépendants se révèle en effet aujourd'hui particulièrement pertinent pour l'entretien et la mise en œuvre de réparations lourdes. C'est ainsi qu'il a été possible d'envisager sereinement des travaux par alternance en coupant successivement un ouvrage sur deux.

Chacun de ces ouvrages construits en 1971/1972 est porté par 5 poutres métalliques assurant à la structure une importante redondance intrinsèque. Les 3 travées ont des portées de 37 m – 66 m – 37 m. L'ouvrage ne comporte ni biais ni courbure et son profil en long est une pente unique de 0.0059 m par mètre linéaire. L'acier utilisé pour la charpente métallique peut être considéré comme étant du S355

(nuance A52 de l'époque). Pour les entretoises, l'acier peut être considéré comme du S235 (nuance A42).

De plus, ces ponts bénéficient d'une excellente conception initiale due à Charles Brignon, alors responsable des ouvrages d'art à la DDE des Ardennes :

- 1) Ils comportent déjà des goussets anti-fatigue monolithiques pour la liaison des pièces transversales alors que les règlements de l'époque ne le préconisaient pas. Ces goussets assurent une durée de vie prolongée à l'ouvrage. Aujourd'hui des codes de calcul complexes ont été élaborés pour traiter de la fatigue : ils tendent à privilégier ce type de conception sans toujours y parvenir.
- 2) Les âmes ne comportent pas de raidisseurs longitudinaux car leurs arrêts constituent des points faibles vis-à-vis de la fatigue. Aujourd'hui les Eurocodes tendent aussi à privilégier ce type de conception.
- 3) La dalle est une dalle mixte qui aujourd'hui encore serait considérée comme innovante. Les premières dalles mixtes construites ont été projetées par F. Leonhardt pour faciliter la construction de passages supérieurs autoroutiers, une conception actualisée de ce type de dalle est présentée dans [1]. J.R. Robinson a adapté la dalle mixte pour les grands ponts suspendus



Figure 1 : Vue des charpentes des deux ponts indépendants supportant l'autoroute



Figure 2 : Goussets arrondis initiaux anti-fatigue (1971 - 1972)

comme Tancarville et Bordeaux. Mais la finesse de la tôle de fond, de nombreux et coûteux connecteurs, et l'absence de raidissage constituaient des difficultés de mise en œuvre sur chantier qui ont conduit à abandonner la solution de la dalle mixte de type Robinson. Pour la dalle mixte du pont de Tancarville, N. Esquillan a en fait déjà utilisé sur la dalle mixte des connecteurs goujons. La dalle des ponts du Dancourt conçue par Ch. Brignon est constituée d'une strate de béton armé de 100 mm d'épaisseur seulement, connectée à un plâtrage métallique de seulement 8 millimètres d'épaisseur. Aujourd'hui cette épaisseur serait portée sur un ouvrage neuf à 12 ou 15 mm notamment pour faciliter l'assemblage sur chantier et le montage. Les cinq poutres du tablier sont espacées de 2,50 m.

En revanche, la technologie sidérurgique disponible à l'époque de construction ne mettait pas encore à la disposition des concepteurs des tôles suffisamment fortes pour éviter les tôles additionnelles auxquelles on ne recourt plus aujourd'hui que dans des cas tout à fait exceptionnels. De plus, les ouvrages avaient été dimensionnés au plus juste pour résister aux charges réglementaires en vigueur au moment de la construction.

2. DÉGRADATIONS ET SOUS-DIMENSIONNEMENTS OBSERVÉS SUR LES OUVRAGES

On relève sur les deux ouvrages de nombreux défauts et dégradations des équipements et des culées. En revanche, il n'a pas été relevé de dégradations sur les structures porteuses métalliques au cours de l'examen visuel détaillé. Les examens par ultra-sons des abouts des semelles additionnelles ont été reportés à la période des travaux pour pouvoir bénéficier de la plate-forme des peintres.

Les dégradations observées sur la protection anticorrosion sont très inégales. Elles sont beaucoup plus prononcées sur l'extérieur des poutres de rive que sur les poutres intermédiaires comme le montrent les photos de la figure 4.

2.1. Investigations spéciales de la dalle mixte (octobre 2008)

À la demande du Sétar, des investigations complémentaires ont été entreprises pour vérifier l'intégrité de l'étan-

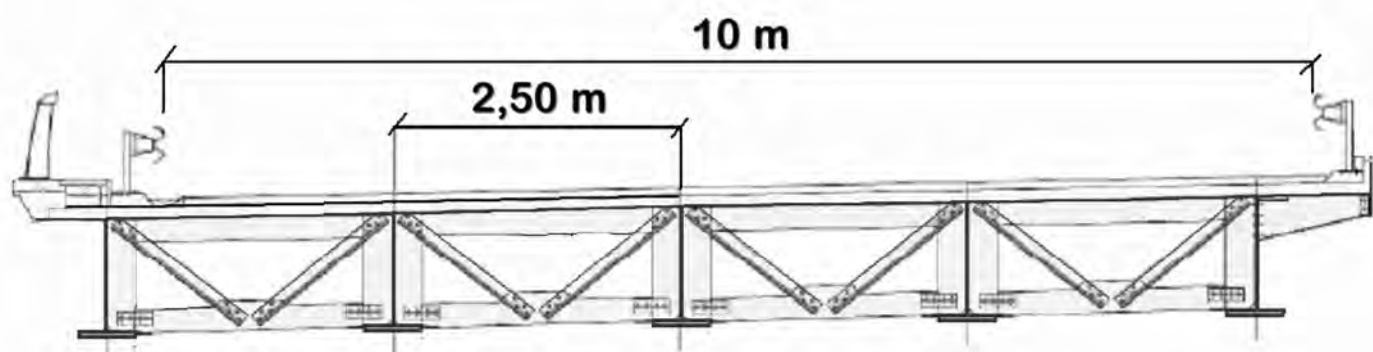


Figure 3 : Coupe transversale d'un demi tablier



Poutre de rive



Poutres intermédiaires et dalle mixte

Figure 4 : Disparité des dégradations de la protection anticorrosion

chéité. On a aussi vérifié qu'il n'y a pas d'eau retenue entre le béton armé et la tôle métallique de fond de la dalle mixte. Dans le cas d'une dalle mixte l'eau qui franchit l'étanchéité est en effet retenue par la tôle de fond. Dans ce cas, des dégradations graves peuvent survenir avec le gel. L'examen au radar a permis d'établir que l'étanchéité, quoique à bout de souffle, avait partout conservé son efficacité. D'autre part quelques perçages de contrôle de la tôle de fond n'ont révélé ni dégradation, ni réduction de l'épaisseur. Ces investigations ont été menées par les Laboratoires de Nancy et de Saint-Quentin. L'épaisseur de la tôle de fond de la dalle mixte a de plus été mesurée à 8,6 mm au lieu des 8 mm théoriques.

Par ailleurs des dispositifs de mine permanents étaient encore exigés par les autorités militaires en 1970 : trous d'homme dans la dalle et pièces métalliques soudés sur la charpente. Ils ne sont plus exigés aujourd'hui. Pour la durabilité de l'ouvrage, il a été décidé de faire disparaître ces points faibles structuraux et de remplacer l'étanchéité en profitant du basculement de circulation. On évite ainsi tout problème de compatibilité entre une ancienne étanchéité et une nouvelle à mettre en place également le long des nouvelles longrines d'ancrage des dispositifs de sécurité.

2.2. Insuffisances de dimensionnement et renforcements

Les calculs du Cété de l'Est dressés par S. Neiers ont révélé des insuffisances du dimensionnement initial des ponts vis-à-vis des états limites ultimes de résistance et de fatigue, même avec les combinaisons allégées de l'Eurocode, en ce qui concerne les moments résistants sur piles. Le Cété a aussi signalé des insuffisances théoriques du dimensionnement de certains panneaux d'âme vis-à-vis du voilement.

Le Cété de l'Est avait proposé initialement des renforcements par tôles additionnelles. L'existence de tôles additionnelles initiales oblige à dessouder les extrémités existantes pour ressouder des prolongements. Les tôles

additionnelles nouvelles auraient dû être réalisées par soudure au plafond dans des conditions difficiles. Enfin, ces différentes opérations auraient produit — après refroidissement des soudures — d'importantes contraintes résiduelles de traction préjudiciables à la durabilité de l'ouvrage.

3. RENFORCEMENT PRINCIPAL PAR TÔLES INCLINÉES

3.1. Principe et avantages d'un dispositif continu sur toute la longueur du pont

Le Sétra a proposé les solutions suivantes :

Tôles inclinées longitudinales continues sur tout l'ouvrage sur les poutres de rive, à l'extérieur, plus faciles à mettre en œuvre qu'une semelle additionnelle à souder au plafond sous la semelle principale. Cette tôle continue n'introduit pas de nouvelle discontinuité mécanique synonyme de risques à long terme de fissuration de fatigue.

Collage de lamelles de fibres de carbone localisées aux zones d'about des semelles additionnelles existantes.

Ces dispositions ont été adoptées et justifiées en détail par le Cété.

De telles dispositions avaient déjà été adoptées à titre expérimental pour un ouvrage neuf sur la rocade de Strasbourg, et réalisées sans problème dans le cas de cet ouvrage courbe. Le pont de Nouméa en référence [1] est un second exemple de mise en œuvre. En revanche leur mise en œuvre sur un ouvrage ancien constitue une innovation. Outre leur rôle purement mécanique de participation à la flexion générale d'ensemble, ces tôles soudées à leur point haut à l'âme et à leur point bas sur la membrure inférieure présentent de manière générale de multiples avantages :

- rigidification en torsion de la membrure inférieure courbe ce qui facilite sa justification à l'instabilité élastique,

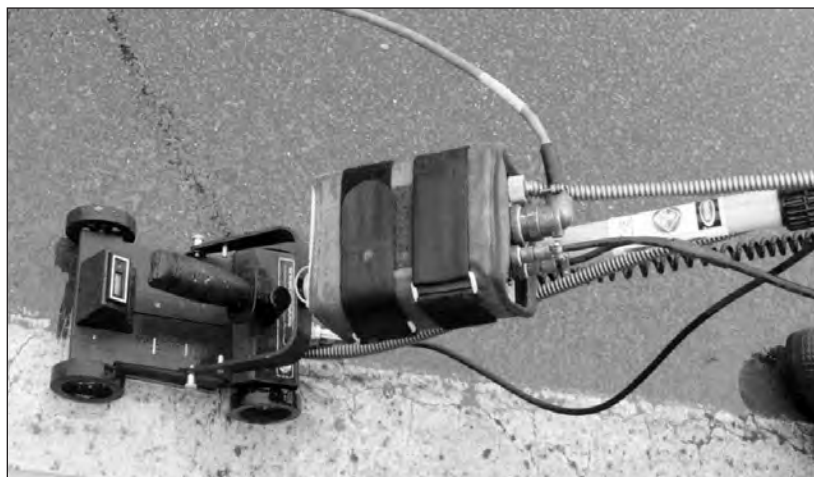


Figure 5 : Auscultation radar de la dalle et de son étanchéité

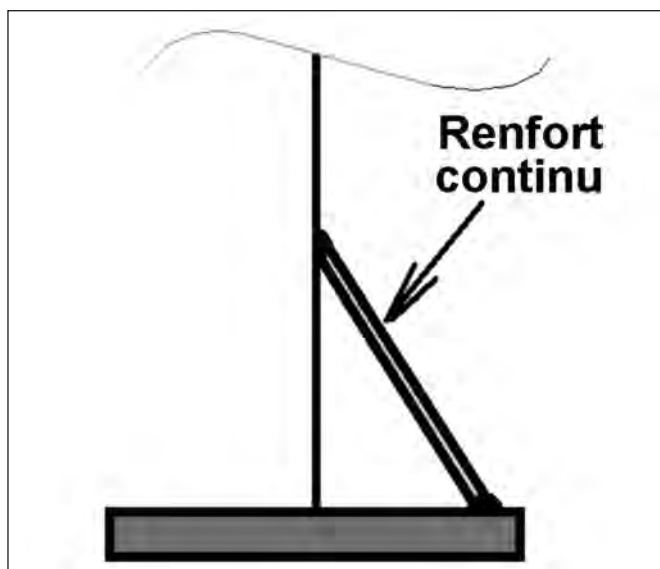


Figure 6 : Renfort par tôles inclinées.

- raidissage de l'âme dont on interdit par exemple la respiration en partie inférieure,
- amélioration du transfert des cisaillements entre l'âme et la membrure inférieure, en particulier au droit des concentrations de contraintes dont sont le siège les points des changements d'épaisseur de la semelle inférieure,
- interdiction du cheminement piéton sur le rebord de la membrure,
- interdictions des stagnations d'eau et du nichage d'oiseaux sur les membrures inférieures, ce qui améliore la résistance à la corrosion dans une zone qui avait été particulièrement dégradée depuis la construction de l'ouvrage,
- renforcement efficace de la membrure inférieure vis-à-vis des chocs de véhicules hors gabarit comme le montre le pont de la rocade de Strasbourg au droit du franchissement de la rue des Bouchers (Figure 7).

Cette disposition constructive est recommandée pour les ouvrages neufs, en particulier dans le cas de la mise en œuvre d'acier autopatinable, même si elle n'empêche pas

les hirondelles de nicher sous les membrures supérieures. Dans le cas de la construction d'un pont neuf en acier autopatinable, le caisson triangulaire unique peut être doublé symétriquement de part et d'autre de l'âme pour éviter toute rétention des déjections sur les membrures inférieures. Dans le cas des ponts existants comme au Dancourt, les raidisseurs verticaux sont déjà soudés pour la stabilité des âmes et porter les entretoises. Par conséquent, le caisson triangulaire n'est possible que du côté extérieur des poutres de rive car la tôle inclinée doit être continue.

3.2. Mise en œuvre des tôles inclinées

Les tôles additionnelles inclinées ont une épaisseur comprise entre 20 et 30 millimètres. L'entreprise a choisi des segments de 4m de longueur. Les segments mis en place sont d'abord raboutés entre eux, avant d'être liés simultanément par deux cordons de soudure longitudinaux à la charpente existante. Ce phasage limite les contraintes résiduelles introduites dans la charpente.

La mise en œuvre aurait pu être compromise par la préparation insuffisante de l'entreprise. Les deux chanfreins des tôles additionnelles ont en effet été ouverts pour former au total une ouverture de 90 degrés au lieu de 45 degrés sur les premières tôles. Par ailleurs, les cordons de soudure verticaux anciens entre les panneaux des âmes ont dû être arasés localement à la demande de la maîtrise d'œuvre pour permettre le bon positionnement des tôles inclinées additionnelles.

Après correction de ces erreurs initiales, les imperfections géométriques des poutres sont rentrées dans les limites acceptables pour permettre l'assemblage des tôles additionnelles et leur soudage sur les tôles de base.

La soudure des semelles inclinées a révélé les imperfections initiales des tôles de base en provoquant quelques fissures dans un plan horizontal traversant les semelles inférieures. Les tôles ayant été élaborées avant la mise en œuvre par les forges de la coulée continue, il s'agit en fait de défauts d'origine dus à l'écrasement d'impuretés lors de l'élaboration de la tôle dans le quarto de laminage. Elles débouchent sur le chant de la membrure inférieure aux environs de la mi-épaisseur.



Figure 7 : Ponts de la rocade de Strasbourg au franchissement de la rue de Bouchers

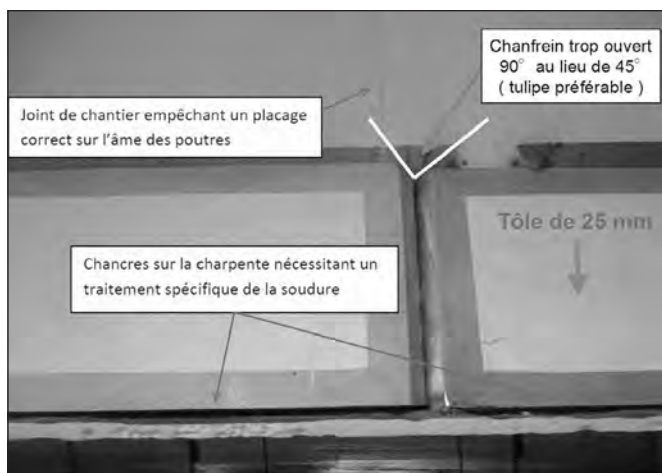


Figure 8 : Semelles additionnelles avant soudage

Le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Nancy a alors mené une inspection complète de l'ouvrage : visuelle et par ultra-sons (US) à l'occasion du contrôle des abouts de semelles additionnelles. Les investigations par ultra-sons ont montré que la profondeur des fissures ne dépasse pas 40 mm.

Cette faible profondeur de pénétration à l'intérieur des membrures est rassurante. Les défauts ainsi révélés sont en fait sans danger pour la stabilité de l'ouvrage et existaient préalablement aux opérations de renforcement par les tôles inclinées. Cette campagne a permis de préciser la localisation des fissures de délamination régnant sur des longueurs allant de un mètre, à quatre mètres pour la plus longue.

Il a donc été décidé d'obturer simplement les fissures révélées par la mise en œuvre des tôles inclinées. Un cordon de soudure d'épaisseur minimale ($a \leq 5\text{ mm}$) a été déposé dans le sens longitudinal au droit des fissures sur le chant des membrures. Ces cordons traitent chaque zone détectée aux US avec une marge de sur-longueur de 300 mm à chaque extrémité des fissures. En plus de son rôle méca-

nique somme toute secondaire, cette fermeture de l'interstice y stoppe la corrosion en empêchant le renouvellement de l'oxygène.

4. RENFORCEMENT COMPLÉMENTAIRE PAR FIBRES DE CARBONE

La mise en œuvre du collage de fibres de carbone supposait que les entreprises répondent en proposant des offres et des matériaux adaptés au collage sur l'acier. Le module des plats classiques en fibres de carbone de renforcement pour les structures en béton est en effet de 160 GPa seulement. Ces fibres sont inutilisables pour un collage sur l'acier car elles n'auraient repris qu'une faible part de l'effet des charges d'exploitation, n'apportant aucun soulagement vis-à-vis de la fatigue dans les zones des abouts des semelles additionnelles à traiter.

L'entreprise a proposé de recourir à des lamelles avec une densité de fibres plus importante que celle présentée par les fibres de carbone utilisées pour le renforcement du béton. Ce fut le cas grâce aux lamelles de haut module **Sika-Carbodur** dont le module élastique en traction de **400 GPa** offre une rigidité supérieure à celle de l'acier laminé dont le module élastique théorique est de 210 GPa. Il est à noter que la mesure de ce module de l'acier des tôles laminées est difficile et révèle souvent une dispersion entre 200 et 230 GPa.

Les renforcements par fibres de carbone sont menés sous la voie lente des camions de chaque pont, c'est à dire au droit de la poutre n°1 de rive et de la poutre n°2 voisine. Grâce à la légèreté des fibres de carbone, les lamelles additionnelles peuvent être mises en œuvre aussi bien en sous face qu'en face supérieure, selon la présence ou non d'un raidisseur d'entretoise intermédiaire dans la zone à renforcer.



Aspect lors de la détection (Photo J.Y. Joineau)



Aspect après traitement

Figure 9 : Traitement des fissures longitudinales inter-lamellaires

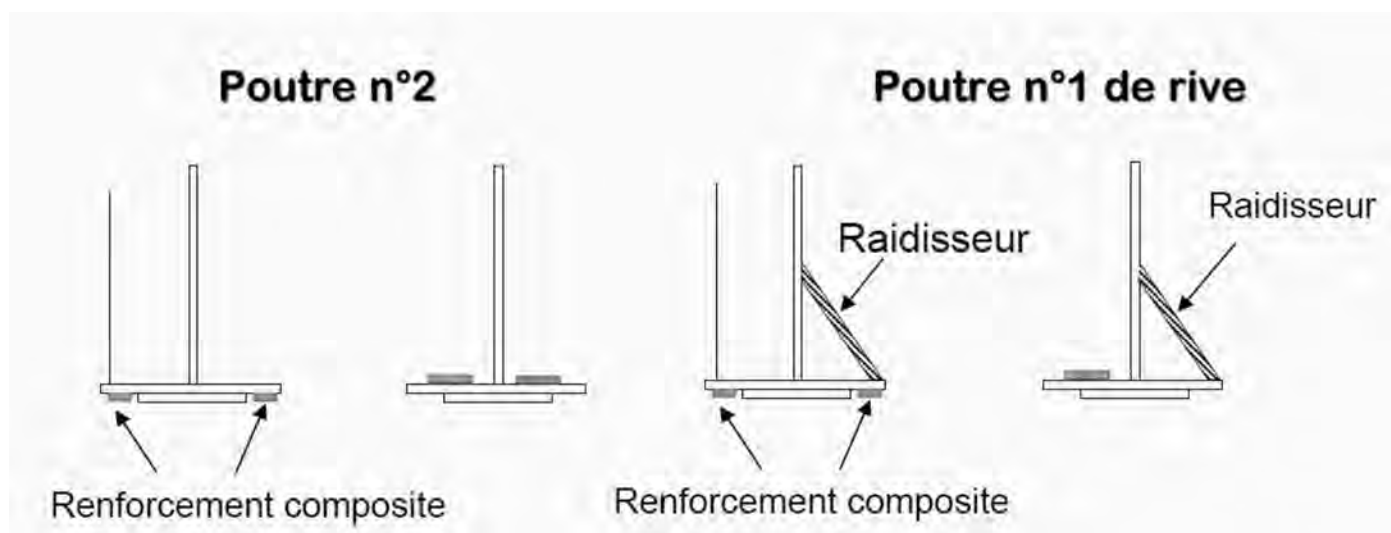


Figure 10 : Plats collés en fibres de carbone de 400 GPa de module élastique

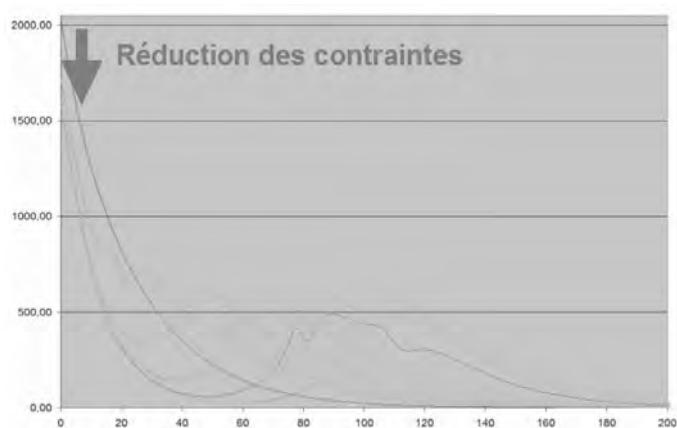
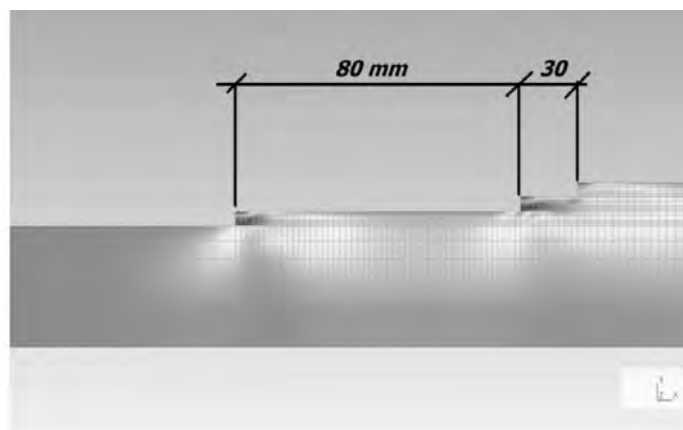


Figure 11 : Calcul Code_Aster de la disposition optimale des strates de carbone collées



Un calcul aux éléments finis mené au SÉTRA par Fabien Rizard a montré que la disposition optimale des trois strates de fibres de carbone doit de préférence respecter les décalages de la figure 11.

La longueur de 80 mm du premier palier permet de réduire les contraintes de vingt pour cent environ.

La mise en œuvre des renforcements par fibres de carbonées a été contrôlée par les Laboratoires de Ponts et Chaussée de Strasbourg et d'Autun.

5. PARACHÈVEMENT PAR LA TECHNIQUE DE REFUSION T.I.G.

Les goussets monolithiques existants comportent une pièce générale unique de liaison de forme trapézoïdale. Le Cété avait initialement proposé le remplacement de ces goussets par des paires de goussets latéraux triangulaires rapportés de forme triangulaire, avec un arrondi de plus grand rayon.

Comme les ponts du Dancourt (1971) sont déjà équipés des goussets arrondis aujourd'hui prévus dans les Eurocodes, il a suffi de régulariser leur géométrie et d'effacer localement par la refusion le compteur de cycles de fatigue, ce qui est moins coûteux que de substituer des goussets neufs aux goussets existant.

Dans le but de réduire le coût des interventions et les contraintes résiduelles introduites dans la charpente ancienne, les remplacements de goussets prévus initialement par le Cété en phase préliminaire ont été abandonnés. On leur a substitué des parachèvements lors de la consultation des entreprises :

- Refusion TIG,
- Martelage ou grenailage de précontrainte.

Pour traiter par parachèvement un ouvrage ancien, il ne faut pas opposer la refusion T.I.G. et le martelage (ou grenailage) de précontrainte. En effet, cette dernière technique n'est de toute façon envisageable qu'après une soigneuse régularisation préalable de la géométrie par refusion T.I.G. Lors de la campagne 2011-2012 de renforcement des ponts du Dancourt, on s'est limité à la refusion

T.I.G. par raison d'économie. Les martelages pourront accompagner la prochaine rénovation de la protection anti-corrosion dans 30 ou 40 ans.

La refusion TIG est pratiquée par les principaux constructeurs métalliques. Elle a déjà fait l'objet d'un essai de mise en œuvre par les « Forges de Strasbourg » (qui ont rejoint Eiffage-CM) sur des cordons de soudure du pont frontalier dit de l'Europe entre Strasbourg et Kehl. Les résultats ont pu être évalués en partenariat avec nos collègues allemands : à l'université de Karlsruhe, le professeur Mang a validé à cette occasion le bien-fondé des parachèvements par seule refusion T.I.G. en pratiquant sur éprouvettes ainsi traitées à des essais dynamiques de fatigue.

Un calcul des zones de plus forte probabilité d'initiation de fissures, réalisé par le SÉTRA au moyen de Code_Aster

(logiciel libre d'EDF-R&D) a permis de préciser l'importance de la zone à traiter par le parachèvement. Cette zone est très limitée et correspond à la zone en clair de la figure 12.

Ce modèle Aster a aussi permis d'évaluer la classe de fatigue avant traitement : pour un rayon de 42 mm la classe de fatigue au sens de l'eurocode 3 est la classe 60 MPa.

Le parachèvement par refusion T.I.G. améliore la classe de 10 MPa environ en supprimant les imperfections locales liées à la technique de découpe des tôles. Il n'a pas été nécessaire de traiter tous les goussets ou tous les abouts de semelles additionnelles, mais seulement ceux qui présentent des irrégularités importantes de géométrie ou bien qui sont sollicités en fatigue par les charges routières comme les calculs du Cété le font apparaître.



Figure 12 : Détermination par Code_Aster des zones à risques et traitement T.I.G.

6. RÉFECTION DE LA PROTECTION ANTI-CORROSION

La protection anti-corrosion des poutres des deux ponts avait presque 40 ans au moment des travaux.

À titre expérimental, la protection anticorrosion d'un des deux ouvrages avait fait l'objet d'un premier avivage intermédiaire il y a une vingtaine d'années et avait été entretenue régulièrement par la subdivision par des retouches régulières tandis que sur l'autre ouvrage, aucune maintenance n'avait été entreprise.

La situation aurait donc pu justifier une rénovation complète de la protection anticorrosion en solution de base du DCE, solution classique qui élimine définitivement le plomb de tout l'ouvrage.

La protection anticorrosion d'origine au minium-plomb est en effet difficile à rénover après décapage. Elle exige de prendre des précautions tant vis-à-vis de l'**hygiène et sécurité du chantier** que pour la **protection de l'environnement**, afin d'éviter toute intoxication d'intervenant et toute pollution de la Meuse.

En raison de la très forte disparité des dégradations de la protection anticorrosion mise en évidence par les photos de la figure 4, la solution retenue consiste à ne rénover que les

zones dégradées (poutres de rives, zones des trous d'homme du dispositif de mine,...). Ceci dégage aujourd'hui une économie et limite les risques du chantier liés à l'extraction de plomb. Il est vrai en revanche qu'il reste des zones étendues sur les poutres qui demeurent protégées par le plomb car elles étaient restées en bon état : sous face de la dalle mixte et poutres intermédiaires par exemple. Ces zones sont aujourd'hui conservées et ne seront renouvelées complètement que si cela est nécessaire lors de la prochaine campagne d'entretien des tabliers, dans 30 ou 40 ans. La décision dépendra alors des dégradations qu'on y constatera.

6.1. Constitution du marché

La classe d'environnement ou catégorie de corrosivité est la classe C4. Le Dossier de Consultation attirait l'attention des entreprises sur la complexité du chantier, qui comprend :

- un décapage d'une partie des certains fonds au plomb : extérieur des poutres de rive et zones sur culées,
- des renforcements des poutres de rive,
- *des investigations (ressuage, US, ...) pour rechercher des fissures de fatigue éventuelles,*
- l'avivage des zones de protection anti-corrosion non renouvelées,



Figure 13 : Nœud d'entretoise : état initial – après avivage – après décapage



Figure 14 : Vestiaire et masques pour l'hygiène et la sécurité, confinement du chantier pour l'environnement.

- la remise en peinture par un système neuf comprenant une couche primaire au zinc dans les zones complètement décapées.

Le DCE précisait dans un plan les zones à aviver et les zones à décaper en mettant le métal à nu. L'analyse des offres a tenu compte de l'organisation adoptée pour assurer la qualité et la durabilité des travaux de maintenance en articulant les différents chantiers à prévoir dans un chronogramme détaillé.

La qualité des propositions techniques des entreprises (confinement, ventilation, organisation des sas, mesures de contrôle) a fait partie des critères de jugement des offres. Le décapage à l'abrasif et le décapage UHP étaient les deux techniques envisageables pour les avivages.

6.2. Mise en œuvre de la protection anticorrosion

Le décapage à l'abrasif peut poser des problèmes aigus d'hygiène et de sécurité puisqu'on enveloppe très hermétiquement le chantier pour éviter tout rejet dans l'environnement. Il a pu être retenu du fait de mesures rigoureuses pour permettre la protection des opérateurs et les contrôleurs :

- des systèmes bien dimensionnés d'aspiration et de ventilation sont un point essentiel pour répondre au souci prioritaire d'éviter toute intoxication au plomb,
- port de masques sur chantier,

- passages par un sas de décontamination et un vestiaire à tous les types de pause, toilettes ou repas notamment. Cette dernière mesure est facile à écrire sur le papier mais très contraignante à respecter en pratique.

L'entreprise, un groupement Est-Ouvrages / CHIARIZIA / MASCI, a proposé une solution adaptée au traitement de l'interface entre zones rénovées et zones avivées avec des couches primaires de natures différentes, à base de plomb et de zinc. Enfin une couche finale de finition compatible avec les systèmes primaires des différentes zones a été mise en œuvre. Il avait été initialement estimé qu'on traiterait 20% de la surface par décapage complet et 80% de la surface par avivage. La répartition effectivement mise en œuvre est en définitive de 30% / 70%. La proportion de surface avivée reste élevée dans le cas des ponts du Dancourt du fait du très bon état de la sous-face métallique de la tôle de fond de la dalle mixte qui ne nécessitait pas de décapage.

7. CONCLUSION

Des travaux importants et à caractère très innovant ont été menés à bien :

- Soudage d'une **tôle inclinée à l'extérieur des poutres de rive** pour augmenter la sécurité à l'ELU et la robustesse en fatigue,
- Application de techniques de **parachèvement par refusion TIG** sur les goussets,

- **Collage de fibres de carbone** sur semelle inférieure des poutres principales aux extrémités des semelles additionnelles existantes.

Par ailleurs, une **option innovante mixte de décapage / avivage** s'est avérée plus économique que le décapage complet :

- Décapage complet (30% environ de la surface) : poutres de rive et zones sur culées
- **Avivage (70% environ de la surface)** : poutres intermédiaires et sous-face de la tôle de la dalle mixte.

Par ailleurs, les structures ont été vérinées afin de permettre le remplacement des appareils d'appui sur les piles. Enfin, côté Charleville, les perrés ont été reconstruits. Les dispositifs de retenue ont été rénovés en rive de tablier : les glissières ont été remplacées par des barrières de type BN5 sur longrines non ancrées et les garde-corps ont été mis aux normes. Côté TPC : les glissières ont été remplacées par des GS2 sur longrines ancrées.

Enfin, la chape d'étanchéité et la couche de roulement de chaque tablier ont été reprises. Les joints de chaussée ont également été remplacés ce qui n'est pas facile dans le cas d'une dalle mixte et pourrait faire l'objet d'un article entier : on s'est efforcé pour les ponts du Dancourt d'adapter avec l'entreprise un joint de chaussée à la dalle mixte. Une autre voie consiste à définir à l'avance, avant de lancer le marché, les transformations de l'about du pont qui

lui permettront de recevoir tels quels des joints de chaussée existant.

S'il n'y avait qu'une seule leçon à retenir des chantiers du Dancourt, c'est que le choix initial de deux ouvrages indépendants pour porter l'autoroute s'est révélé particulièrement pertinent pour la mise en œuvre de réparations lourdes. Une déviation avec deux sens de circulation sur l'autre pont, a permis de travailler sur chaque pont sans trop gêner les usagers durant chacune des deux périodes estivales 2011 et 2012.

Tout au long du chantier, des campagnes d'information des usagers ont été réalisées à l'aide de différents supports complémentaires de signalisation : notamment dossier et communiqués de presse, panneaux d'information, numéro de téléphone et site internet. Les usagers ont ainsi pu disposer en permanence d'une information routière fiable afin d'adapter leur trajet, de tenir compte des nouveaux temps de parcours, et de modifier leur comportement au volant en abordant le chantier.

8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Berthelley, J., Schavits, D. : "Franchissement autoroutes en service sans appuis intermédiaires." Annales du BTP 2013.