

# Commission wallonne de Gestion des Ouvrages d'Art

## Groupe d'échanges d'expériences

### Réunion du mardi 07 décembre 2010

#### Rapport de réunion

2 annexes

#### 1. LISTE DES PRESENTS

DONDONNE Eric	DGO1-65
BERNARD Marilyn	DGO1-62
FRANQUET Isabelle	DGO1-65
DEVOS Olivier	DGO1-42
HOUDART Sébastien	DGO1-42
WIERTZ Jean	DGO1-63
DANGO Habibou	DGO1-63
HBALI Amer	DGO1-63
LEVO Patrick	DGO1-52
HERMANNNS Françoise	DGO1-62
HAYEN Daniel	DGO1-51
SCHIMIZZI Jean-Paul	DGO1-63
PECQUET Etienne	DGO1-62
TAQUET Françoise	DGO1-62
GILLES Pierre	DGO1-65
TRIBOLET Jean-Claude	DGO1-32-21
BROSE François	DGO1-32
HELLEMANS Céline	DGO1-62
BOURGOIS Sylvain	DGO1-64
MOREEL Paul	DGO1-65
CUYPERS Michèle	DGO1-63

#### 2. REPARATION DU BETON ET POSE DE L'ETANCHEITE AU VIADUC DES GUILLEMINS

*Exposé de Mr J.Wiertz (DGO1-63).*

*Documents : Copie des diaporamas – Annexe 1*

Ce chantier s'est déroulé durant cet été 2010. Malgré le délai extrêmement serré et des conditions climatiques particulièrement défavorables (canicule et pluie), ce chantier a été mené à bien avec succès.

Cet exposé aborde différentes phases des travaux :

- Décapage et nettoyage du béton de la dalle
- Décapage des armatures et réparation du béton
- Correction de texture du support
- Imprégnation pare-vapeur
- Membrane d'étanchéité
- Drainage

## 2.1. Décapage et nettoyage du béton

La technique utilisée consiste à rogner, fraiser la surface à l'aide d'un Trimix. Ensuite, la surface sera nettoyée à l'eau sous pression.

Une vue de cette machine Trimix est reprise ci-après. Ce type d'engin de traitement de supports sert aussi à redonner de la rugosité au revêtement sur des chaussées glissantes.



La circulaire de juin 2009 impose de décapier le support de manière à évacuer toute trace de l'ancienne étanchéité. Elle définit aussi une cohésion superficielle qui doit être supérieure à 1,5 MPa. Dans ce cas-ci, l'exigence de devoir supprimer toute trace de résidus n'a pu être respectée.

S'agissant d'une membrane PVC plastifiée (Trocac), l'ancienne étanchéité était devenue un matériau très dur, perdant toute sa souplesse. Des mesures de résistance en traction superficielle ont été envisagées au droit de zones propres, ainsi qu'au droit de taches de résidus noirs, pour s'assurer du respect de l'imposition de 1,5 MPa.

Deux types d'adhésifs ont été utilisés. Ceux-ci se différencient par leur pouvoir de pénétration.

- le 2K-Mix, qui ne pénètre pratiquement pas ;
- le Sikadur 31, au fort pouvoir de pénétration.

Au droit de zones propres (sans résidus), les résultats obtenus sont respectivement de 1,50 et 2,23 MPa.

Le recours au Sikadur 31 s'explique par le fait que l'imprégnation pare-vapeur retenue est une imprégnation époxy bi-composante, qui a pour caractéristique de pénétrer et de renforcer la surface du support, tout comme le Sikadur 31. Ces mesures donnent ainsi une idée des valeurs que l'on obtiendra après la pose de l'imprégnation.

Par contre, au droit des résidus, l'adhésif n'a aucun pouvoir de pénétration. Les valeurs obtenues sont donc identiques, quelque soit l'adhésif utilisé.

Les valeurs de résistance en traction superficielle obtenues au droit de résidus ( $\pm 12$  essais) peuvent se scinder comme suit :

- rupture dans le béton (pour 7 essais) :  $R_{moy} = 1,61$  MPa ;
- rupture dans la couche d'accrochage ou à l'interface avec le support (pour 5 essais) :  $R_{moy} = 1,66$  MPa.

Ces valeurs sont toutes supérieures au seuil de 1,5 MPa imposé. Il a donc été décidé de ne pas chercher à éliminer ces résidus.

Un autre problème rencontré concerne la présence de résidus bitumineux sur les travées en aval du joint J10. Il s'agit d'une couche de  $\pm 1$  mm d'épaisseur, impossible à dégager avec la technique utilisée.

Il a dès lors été décidé d'effectuer un essai de convenance avec la masse d'égalisation bitumineuse et la couche d'étanchéité. Les résultats ont démontré de bonnes valeurs d'adhérence, conformes aux critères.

En complément à l'essai de convenance, un test par spectroscopie infrarouge montrera que ce résidu ne doit pas donner lieu à des problèmes de durabilité et de compatibilité avec le type de membrane et de masse d'égalisation utilisé.

Compte tenu des délais très serrés du chantier, il a donc été décidé de laisser en place ces résidus bitumineux.

Cet exemple démontre qu'il ne faut pas hésiter à recourir à ces essais de convenance, sous prétexte de craindre un allongement des délais. Au contraire, ces essais peuvent être réalisés très vite, avec des résultats dans les 24 heures, sachant qu'ils permettent de définir les bonnes orientations à prendre pour la suite du chantier.

## **2.2. Décapage des armatures et réparation du béton**

Le dégagement de l'ancienne étanchéité a permis de mettre en évidence de nombreuses armatures affleurantes à la surface du béton.

Pour solutionner ce problème, la circulaire DGO1-63-09-01 de juin 2009 a été appliquée :

- Là où il y a des dislocations de béton visibles, l'armature doit être dégagée complètement, jusqu'à 10 mm derrière. Cette opération a été réalisée au moyen d'un burineur. Ensuite, on enduit d'un primer d'accrochage (Topoline 910P) et on répare au mortier époxy (Topoline 910M).
- Là où il n'y a aucune dislocation de béton visible, on procède simplement à l'enduction du béton au primer d'accrochage (pour les égalisations au tiré-gratté époxy) ou à l'application de l'imprégnation pare-vapeur.

## **2.3. Correction de texture**

En terme de correction de texture, la première technique utilisée sur ce chantier est le tiré-gratté époxy. La résine époxy utilisée est la Topoline 911, que l'on saupoudre de quartz 0,7/1,2. Ensuite, on élimine le quartz non adhérent après durcissement.

Cette technique a donné de bons résultats. Cependant, l'entrepreneur a voulu abandonner cette technique, pour appliquer de la masse d'égalisation bitumineuse.

Il faut savoir, qu'actuellement, aucune masse bitumineuse sur le marché ne répond aux critères du Guide de l'Agrément Technique G0030. Mais l'entrepreneur a proposé un produit déjà utilisé sur d'autres chantiers, donnant toute satisfaction en terme de compatibilité et de résistance (au cisaillement statique).

Durant la pose du produit, aucun souci de surépaisseur n'a été constaté, sachant que les conditions climatiques étaient particulièrement favorables pour cette opération (temps très chaud). Les épaisseurs relevées étaient toutes bien inférieures au seuil de 8 mm fixé.

## **2.4. Imprégnation pare-vapeur**

L'imprégnation utilisée est du Porfil Bit. Il s'agit d'une résine époxy bi-composante, compatible avec le bitume. Le taux d'application nominal est de 200 g/m<sup>2</sup>.

Sa résistance à la diffusion de vapeur d'eau (Sd) est de 3,3 m, sachant que l'exigence provisoire imposée par nos services est fixée à 3 m minimum.

Si l'on s'en réfère à la norme européenne, toute imprégnation imperméable à la vapeur d'eau doit satisfaire à une exigence de 5 m. Ce qui n'est pas le cas pour le Porfil.

Mais plusieurs retours d'expérience très positifs de chantiers antérieurs ont décidé le service dirigeant à utiliser à nouveau ce produit relativement bon marché.

La mise en œuvre de ce produit, par temps très chaud, a créé quelques soucis, en tout cas dans un premier temps. S'agissant de gros conditionnements de 20 kg, le mélange a provoqué une importante surchauffe du produit, dans sa phase de polymérisation. Le produit s'est enflammé, provoquant son débordement. Pour diminuer le risque de surchauffe, le produit a été finalement mis en œuvre à des moments plus opportuns : tôt le matin, tard le soir ou durant la nuit.

Précisons que l'imprégnation pare-vapeur se pose après la correction de texture, dans le cas où cette dernière est un tiré-gratté époxy. Par contre, s'il s'agit d'une masse d'égalisation bitumineuse, l'imprégnation pare-vapeur sera posée avant la correction de texture.

## **2.5. Couche d'étanchéité**

La couche d'étanchéité retenue est une Mistral C, avec une épaisseur de bitume de 4 mm. Elle est couverte par l'agrément technique ATG 2341.

L'intérêt de cette chape réside dans le fait que l'armature se trouve en surface, avec donc une importante épaisseur de liant de surfacage en dessous de l'armature.

Selon les spécifications de la circulaire de juin 2009, les tolérances de texture de surface sont un peu plus élevées avec ce type de chape. Dans ce cas, la profondeur moyenne de texture peut être comprise entre 0,25 et 1 mm.

Un vernis d'adhérence n'a pas été nécessaire compte tenu du fait que l'on applique déjà une imprégnation pare-vapeur, à base de résine époxy (rappelons que l'application de vernis est toujours nécessaire si l'imprégnation pare-vapeur est une résine époxy en émulsion aqueuse).

L'application de la membrane se fait mécaniquement, à l'aide d'une machine autotractée munie d'une rampe de 6 chalumeaux. Par cette technique, l'adhérence de la membrane est jugée uniforme et de qualité. Le chauffage maîtrisé crée un important bain de bitume, sans pour autant provoquer des problèmes d'inflammation et de bullage de la membrane.

Par temps très chaud, un problème se pose : la machine, en roulant, vient décoller la masse d'égalisation. Pour y remédier, l'entrepreneur a proposé de poser la membrane sans procéder préalablement à une correction de texture. Les mesures d'adhérence de la chape ont donné de très bons résultats. Les photos prises montrent bien que la membrane épouse toutes les irrégularités du support. Mais, localement, la quantité de bitume restant sur le support est de l'ordre de 1 mm. Ce qui représente une épaisseur beaucoup trop faible pour une étanchéité.

Sur les extrémités latérales du tablier, l'étanchéité a été posée manuellement. Le chauffage moins maîtrisé a entraîné localement l'inflammation et le bullage de la membrane. Ces flammes sont en fait dues à l'émission de gaz venant de la membrane. Lors du collage, le gaz reste emprisonné et provoque ce phénomène de bullage.

## **2.6. Drainage**

Les drains mis en place sont des drains préfabriqués. Il s'agit de drains Topoline Epodrain, constitués de quartz roulés (4-8 mm) et de résine époxy. La résine est légèrement surdosée (3,5 % par rapport au poids des granulats), pour se garantir d'une bonne résistance en compression.

Au départ, plusieurs questions se sont posées vis-à-vis du caractère préfabriqué du drain :

- N'y a-t-il pas un risque d'interruption du drainage à la jonction entre éléments ?
- Ces éléments de 3 m ne risquent-ils pas de se sectionner, là où le support présente des défauts de planéité ?
- Le drain ne va-t-il pas être colmaté par le bitume lors de la pose de l'asphalte coulé ?

Aucune de ces craintes ne s'est avérée fondée. Les drains ont été collés à la résine époxy. Et les photos montrent qu'il n'y a pas de pénétration du bitume de l'asphalte coulé vers le drain.

En terme de résistance en compression, la circulaire de juin 2009 impose des valeurs > 10 MPa. Les premières valeurs obtenues en labo sont toutes insuffisantes (2,6 MPa).

Il faut savoir qu'en général, la charge est appliquée sur les deux faces latérales de moulage. Dans ce cas, elle a été appliquée sur les faces supérieure et inférieure.

Or la face supérieure ne présente pas une planéité parfaite et la densité de granulats y est plus faible qu'en face inférieure. Le manque de planéité peut créer un effet de poinçonnement lors de l'essai.

Devant l'impossibilité de rectifier la face supérieure sans déchausser les granulats, un essai a été réalisé par le laboratoire de l'ULg, en égalisant les deux faces à l'aide de plâtre, comme c'était prévu dans les anciennes normes.

Les valeurs obtenues sont cette fois satisfaisantes : 12,2 MPa.

D'où l'importance à l'avenir de prévoir une égalisation de surface des éprouvettes avant l'essai de compression, pour éviter de sous-estimer les valeurs mesurées.

L'expérience montre finalement tout l'intérêt d'un drain préfabriqué :

- gain de temps,
- garantie de la formulation,
- qualité indépendante des conditions climatiques.

### 3. REPARATION PONT CORA A MESSANCY

*Exposé de Mr E. Pecquet (DGO1-62).*

*Documents : Copie des diaporamas – Annexe 2*

Il s'agit d'un pont supérieur, isostatique, à poutres en béton précontraint. Cet ouvrage mène au complexe commercial du Cora. Cet accès est fort fréquenté.

L'ouvrage a été percuté au tiers de la portée de la travée centrale, au niveau de la semelle inférieure de la poutre de rive. 9 torons sur 13 ont été rompus.

Des mesures d'urgence ont été directement appliquées pour éviter de charger cette poutre. Le responsable de l'accident a pu être identifié et différentes solutions de réparation ont été envisagées.

La première consiste à réparer uniquement le béton, sans renforcement de la précontrainte. Mais les calculs de dimensionnement montreront qu'un renforcement est indispensable. Le but étant de remettre l'ouvrage dans son état originel. Mais, comment renforcer ? S'agissant d'une précontrainte par adhérence, la perte de résistance est localisée. Elle ne nécessite donc qu'un renforcement localisé :

- par plats collés métalliques. Se pose le problème de la préparation de surface du support, pour s'assurer d'une bonne adhérence;
- par plats collés en carbone (tissus ou bandes rigides). Dans le cas des bandes, il se pose également le problème de la préparation de surface du support.

Le tissu, quant à lui, présente un module de Young (raideur du matériau) assez faible.

D'ordre plus général, il est assez délicat d'appliquer des plats collés sur une structure en béton précontraint. Sans relaxation des aciers de la poutre, le plat ne travaillera pas. Ce sont les armatures résiduelles qui vont être sollicitées d'avantage. Le renforcement ne joue dès lors qu'un rôle passif.

Par ailleurs, placé en face inférieure de la poutre, ce renforcement risque de se faire arracher lors de tout nouvel accrochage. Ce qui représente un autre point faible de cette solution.

Le renforcement peut aussi s'envisager par ajout de postcontrainte. C'est cette solution rapide et au coût limité (1/10 d'une nouvelle poutre) qui sera retenue. Dans ce cas, l'effort appliqué pourra directement être utile pour la structure.

Sa mise en place nécessitera 2 nuits de week-end. Le timing est serré et il est important de bien penser les différentes phases de l'intervention.

La difficulté réside dans le choix de la zone d'ancrage de la postcontrainte additionnelle.

En face inférieure de la semelle, se pose le problème de gabarit, avec le risque d'être arrachée par le passage d'un véhicule hors gabarit. Au niveau de la semelle inférieure, la présence de nombreux torons laisse peu de place pour forer.

Le choix s'est donc porté sur la partie inférieure de l'âme, sachant que là aussi il faut éviter les torons déviés et les câbles courbes qui traversent l'âme.

#### Description succincte de l'intervention :

##### La veille :

- Repérage du tracé des câbles par la méthode radar (Direction d'Expertise des Ouvrages), de manière à écarter tout risque de les blesser lors des forages.

##### Première nuit :

- Toilettage des armatures dégradées.
- Toilettage du béton fissuré, au marteau burineur.
- Ajout d'ancrages, coffrage, sablage des armatures et réparation à l'aide d'un microbéton.
- Carottages au travers de l'âme pour la fixation des cornières. Ces cornières ont été préfabriquées en atelier.
- Réalisation de saignées verticales dans l'âme, au-dessus de chaque trou de carottage et sur les deux faces, pour permettre l'injection après mise en place de la cornière et s'assurer du reflux.
- Fixation des cornières par boulonnage. Il s'agit de boulons HR, serrés à la clé dynamométrique (couple bien inférieur au couple nominal des boulons HR). Ces boulons se justifient par le fait que, dès la première nuit on va précontraindre partiellement les torons (10 % de la valeur finale) pour qu'ils prennent déjà leur forme rectiligne et ne restent pas dans le fond de la gaine. Il faut dans ce cas s'assurer que les cornières ne bougent pas, sachant que le mortier d'injection des orifices de forage n'aura pas encore atteint sa résistance.
- Injection de l'espace entre le boulon et l'orifice de carottage, avec un mortier de la gamme Groutex. Ce mortier donne, même pour une température extérieure de l'ordre de 10° C, plus de 40 MPa de résistance après une vingtaine d'heures.
- Installation du système de précontrainte. Celui-ci est composé de 3 torons T15 gainés – graissés. Les 7 fils du toron sont dans une première petite gaine en polyéthylène remplie de graisse. Les 3 torons sont repris dans une gaine globale de 7 mètres de long en polyéthylène haute densité, injectée au coulis de ciment.
- Mise en prétension des trois torons avec étanchéification de la gaine globale grâce à un presse-étoupe.
- Injection de la gaine globale au coulis de ciment.

### Deuxième nuit :

- Décoffrage de la poutre.
- Finalisation du ragréage au mortier LHM.
- Détension des câbles pour enlèvement du presse-étoupe.
- Mise en tension définitive des câbles.
- Mesure des allongements et comparaison avec les valeurs théoriques.
- Découpe de la surlongueur des torons et pose des capots galvanisés et remplis de graisse destinés à la protection des ancrages de la précontrainte.

Précisons que la valeur de la précontrainte additionnelle est inférieure à la perte subie, car les calculs ont montré que l'on se situe au droit d'une zone surdimensionnée.

#### **4. BDOA WEB**

A la date de cette réunion, la BDOA web est toujours en phase de test.

Une nouvelle version améliorée et corrigée sera bientôt disponible.

Dans ce cadre, il est demandé à tous les utilisateurs de communiquer tout problème rencontré à Mr Luc Grisard (Direction des Conceptions et des Calculs).

Par ailleurs, Françoise Taquet en profite pour signaler l'existence de problèmes dans la réalisation de certaines inspections : énoncé du défaut constaté pas clair, mesures proposées non adaptées ou inexistantes, ...

Il est également important de fournir des photos couleurs de qualité et actualisées.

De son côté, la Direction des Conceptions et des Calculs s'engage à améliorer sa lettre de réponse. Cette lettre ne doit pas être un résumé de l'inspection.

Dans l'optique du développement du bridge boy, à terme l'ensemble du projet va devoir être reprogrammé. Un choix devra se faire entre l'usage d'un ordinateur de poche PDA ou d'un smartphone. Dans un premier temps, les deux seront disponibles et une période d'essai permettra d'opérer un choix définitif.

Dans l'hypothèse où l'on conserve le smartphone, la question qui se pose est de savoir si il y a un intérêt de l'équiper de la BDOA web. Auquel cas, il serait possible de télécharger le canevas des ponts, ou encore de faire des requêtes, sur site.

D'un avis général, cette proposition reçoit un avis favorable.

L'usage d'un smartphone peut également présenter d'autres avantages :

- un grand choix de modèles sur le marché,
- la qualité des photos proposée,
- l'accès à un GPS,
- l'usage d'une boussole, ...

Par ailleurs, par rapport aux inspections, il n'est plus possible d'encoder une inspection de contrôle dans la BDOA web. Le concept d'inspection de contrôle est en fait abandonné et il ne subsistera que la possibilité de générer une nouvelle inspection A. Dans les prochains développements, cette nouvelle inspection pourra être créée sur base d'une ancienne.

Pour tous les ouvrages en bon état, la périodicité de 3 ans est jugée un peu sévère. Un assouplissement de la démarche est prévu :

- si le pont est jugé non vulnérable,
- si durant les deux dernières inspections A, le pont est classé sain (anciens codes de santé E et F),
- si les inspections sont réalisées dans les délais.

Dans ces conditions, le délai passera de 3 à 6 ans.

Cette proposition a été avalisée par la Commission de la Gestion des Ouvrages d'Art.

Il reste au prestataire à la finaliser dans l'application de la BDOA.

## **5. JOURNEE D'INFORMATION SUR LA GESTION DES OUVRAGES D'ART**

La prochaine journée est programmée le mardi 05 avril 2011 au CEME à Dampremy. L'invitation et l'ordre du jour vont parviendront en temps utile.

Cette année, la cession est ouverte à un public extérieur au SPW. Des exposés seront également présentés par des spécialistes hors SPW.

Cette démarche sera réitérée une année sur deux, la seconde année étant réservée uniquement aux agents du SPW.

## **6. PROCHAINE REUNION**

La prochaine réunion est fixée au jeudi 28 avril 2011, à 9h30 au CAMET à Namur. Nous attendons vos propositions de sujets. N'hésitez pas à nous contacter.

L'Ingénieur industriel,

Ing. E. DONDONNE