

Les BFUP pour la réparation des ouvrages



François TOUTLEMONDE



Matériaux et Structures

Président du chapitre ACI de Paris

Journée technique AFGC Grand Ouest
Remise à niveau des ponts de Thouaré

29 juin 2017

Remerciements à T. Thibaux, E. Brühwiler et S. Bernardi

Avant les ouvrages, les bâtiments



- Rénovation de la poutraison des corps d'échange des aéroréfrigérants de la centrale de Cattenom (1997)
 - Durabilité, légèreté (descente de charge non modifiée)
- Remplacement de poteaux plus minces et espacés : musée d'Albi, immeuble rue Volney à Paris (2003)
 - Capacité en compression
- Chemisage de poteaux pour augmentation de capacité portante, renovation parking à Perpignan (2008)
 - Capacité en compression, fluidité, adhérence à un support béton existant
- Rénovation dallage industriel béton, reconstitution de capacité en flexion immeuble pompiers en Suisse (2007)
 - Fonctionnement mixte BO – BFUP armé, capacité en compression, autonivelant
- Support de façade pour isolation par l'extérieur, EHPAD rue Blanche à Paris (2011)
 - Structure légère autoportante, possibilités architecturales
- Planchers bois-BFUP en renovation d'immeuble ancien, Allemagne (2014)
 - Légèreté, stabilité au feu

Une logique gagnante



- Recherche de faible intrusivité de l'intervention
- Légèreté (pas d'incidence sur les appuis ni sur la descente de charges)
- Matériaux et méthodes optimisés simultanément
- Performance matériau en reprise d'effort
- Coût matière moins déterminant que méthode et logistique
- Solution intégrée: modalités contractuelles différentes ?

Ces caractéristiques des BFUP se transposent en réparation d'ouvrages, avec en avantages supplémentaires recherchés :

- *la durabilité*
- *la résistance à l'abrasion*
- *la compatibilité avec support béton ou métal existant*

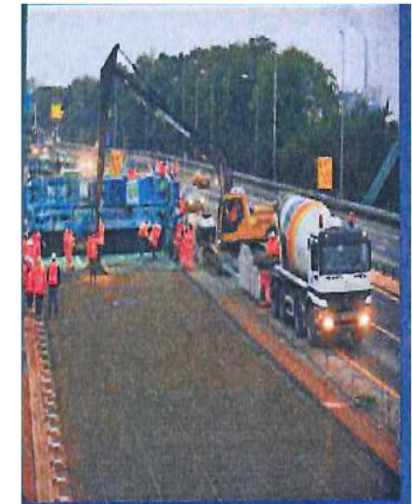
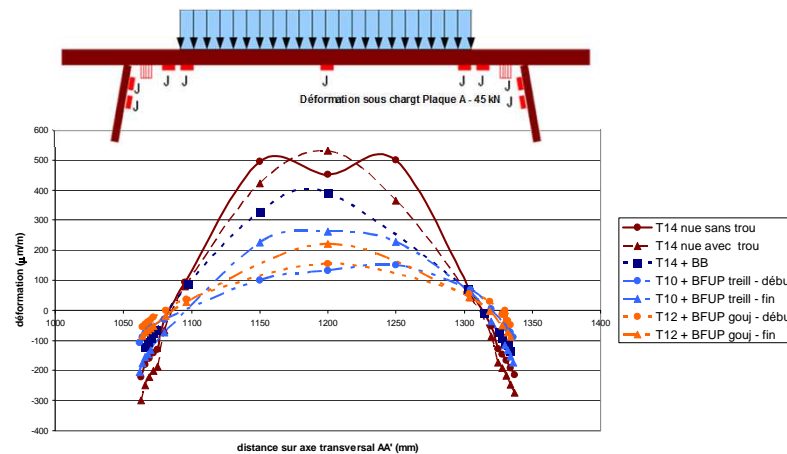
Renforcement tabliers métalliques



- Rigidification pour réduire vulnérabilité en fatigue
- Efficacité démontrée si connexion efficace (PN Orthoplus)
- Application BFUP coulé en place : prototypes aux Pays-Bas et au Japon, barrage de la Rance
- Application dalles préfabriquées : ®Orthodalle - Illzach (2011)

Marché potentiel de grands ponts sensibles (France, Japon, USA et Europe)

Optimisation méthode et logistique ?



François TOUTLEMONDE

Renforcement tabliers béton

- Rénovation partie supérieure de tablier pollué par les sels
- Reconstitution fibre sup. de forte capacité en compression
- Couche peu perméable voire étanche (selon joints à traiter)
- Roulement possible si texture ou rainurage
- Coulage en place sur surface rendue rugueuse (logistique / méthode)
- Références depuis 2004 notamment en Suisse (Chillon et + de 50 ponts)

Marché potentiel important dans zones de fort salage

A intégrer dans une politique de maintenance préventive ?



Rénovation dalle de pont mixte, élargissement

- Recherche et prototypage abouti mais non appliqué (MIKTI)
- Dalle gaufrée appliquée aux USA en hourdis sur poutres béton
- Légèreté, durabilité
- Rapidité de lancement si ouvrage indépendant (ex. Pont Pinel)

Marché futur en rénovation de ponts mixtes ?

Élargissement des ouvrages urbains / sous fort trafic ?

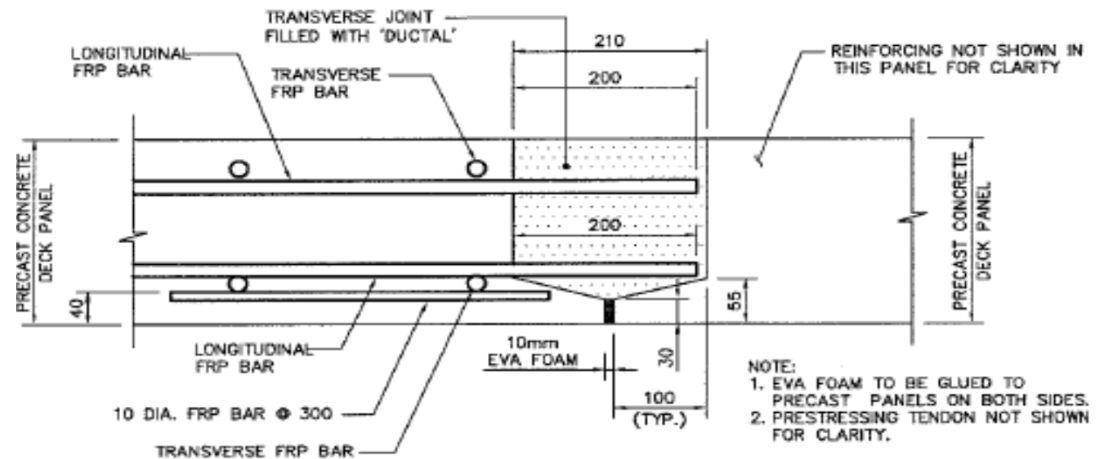


Joint de clavage

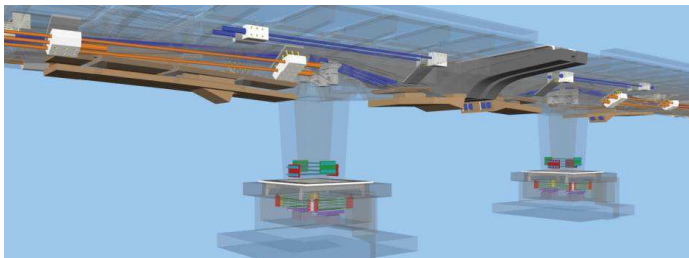


- Appliqué sur plus de 200 ponts aux USA et Canada
- Réduction du volume coulé en place (adhérence)
- Durabilité améliorée au droit du joint
- Rapidité de durcissement : réouverture sous 24 h

*Marché actuel optimisé pour les ponts à poutres non revêtus
ou clavage entre dalles préfabriquées de ponts mixtes
Couvert par cahier technique FHWA*

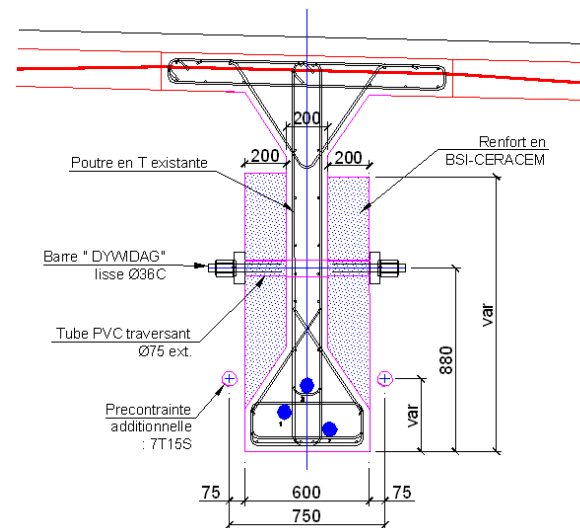


Précontrainte additionnelle



- Optimisation de la taille des blocs d'ancrage à sceller
- Possible renforcement mince en compression
- Application pont sur l'Huisne au Mans (2006)
- Application Hammersmith Flyover à Londres (2013-2015)

*Options méthodes et logistique (préfabrication ou coulage)
Performance "chirurgicale"*



Chemisage, coques de protection



- Protection vis-à-vis des chlorures et attaques chimiques
- Résistance à l'abrasion et aux chocs
- Coques préfabriquées ou revêtement d'usure coulé en place
- Application aux équipements exposés, appuis en mer ou rivière, et ouvrages hydrauliques
- Attention exécution, méthode et logistique

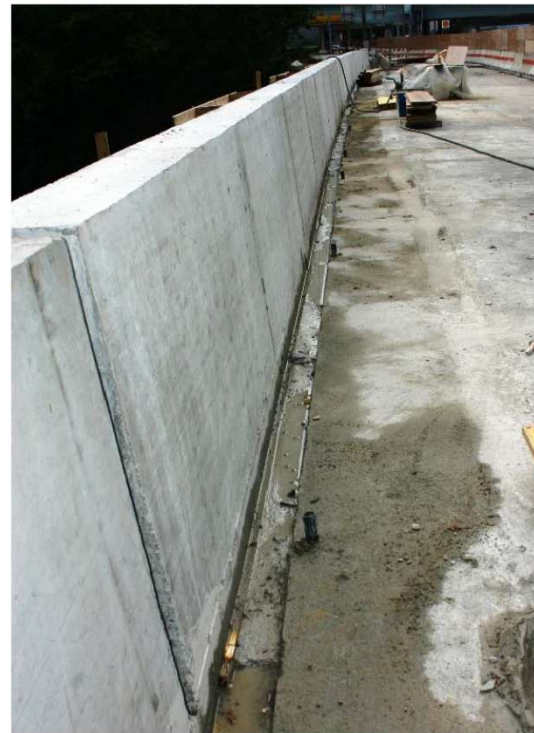
Potentiel de croissance ?



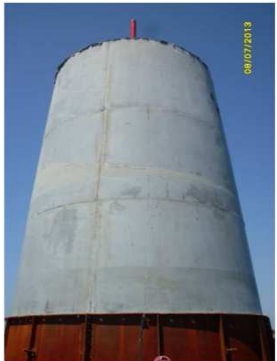
Pistes en cours d'étude ou validation

- Chemisage intérieur de buses métalliques (BFUP projeté)
- Chemisage de poteaux pour renforcement parasismique
- Equipements (murs anti-bruit, parapets...)

Marchés prometteurs ? Optimisation économique ?



En guise de conclusion



Avantages à rechercher

- Optimisation des masses rapportées (performance)
- Réduction des délais d'intervention (préfabrication, rhéologie si coulé en place, durcissement rapide)
- Durabilité (qualité d'exécution - étanchéité)

Conditions de bonne application

- Pertinence par rapport à d'autres méthodes éventuelles (tenue au feu, formes éventuellement complexes, rigidité et capacité en compression, intervention possible sous eau)
- Intégration matériau / calcul / méthodes
- Coût matériau moins déterminant que méthodes et délais
- Organisation contractuelle et maîtrise des risques ?