

17<sup>e</sup> édition des Journées scientifiques  
du Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton  
(RF)<sup>2</sup>B

---

IFSTTAR, Marne-la-Vallée, France  
7 et 8 juillet 2016

## CONCEPTION DE JOINTS DE CONNEXION EN BFUP POUR DES DALLES DE PONT PRÉFABRIQUÉES

S. Verger Leboeuf, J.-P. Charron, B. Massicotte  
Groupe de recherche en Génie des Structures, École Polytechnique de Montréal, Québec, Canada

**RÉSUMÉ** : Ce projet a pour objectifs de développer et mesurer le comportement mécanique et la durabilité d'un joint de connexion transversal en béton fibré à ultra-hautes performances (BFUP) pour des dalles de ponts préfabriquées. Le joint en BFUP a une forme fermée, une interface à granulats exposés et une longueur de chevauchement de 10db. Il a été intégré à une dalle en béton à hautes performances (BHP), une dalle en béton fibré à hautes performances (BFHP) et une dalle hybride (BFHP et BFUP). Une première série de spécimens a été testée en flexion en condition statique jusqu'à la rupture, tandis qu'une seconde série a subi un chargement cyclique préalable au chargement statique. Les résultats ont montré qu'une dalle préfabriquée avec joint en BFUP possède le même comportement mécanique qu'une dalle coulée en place. De plus, malgré la réduction des armatures dans les dalles en BFHP ou hybride, la résistance mécanique et la durabilité du joint en BFUP n'est pas modifiée.

### 1. INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, certains tabliers de pont en Amérique du Nord se détériorent à un rythme accéléré et requièrent un remplacement (Petre-Lazard, 2001, Yehia et al., 2008). Certains d'entre eux ont atteint leur durée de vie utile prévue, d'autres présentent une forte détérioration étant donné l'utilisation de sels de déglacage de même que l'augmentation du volume de trafic et de l'intensité des charges vives. Les tabliers de ponts en béton exposés aux conditions environnementales sévères et à de lourds chargements alternés sont généralement affectés par la corrosion, la délamination et la fissuration. Chaque année, plusieurs milliards sont dépensés en Amérique du Nord pour réparer ces structures (Lachemi et al., 2007)

Pour augmenter la durabilité des ponts, quelques chercheurs proposent l'utilisation des bétons renforcés de fibres (BRF) dans la conception des dalles de ponts (Lachance et al., 2016, Massicotte et al., 2014, Bergeron, 2013). Le principal avantage est le meilleur contrôle de la fissuration dû à la distribution uniforme des fibres dans le béton. Cela permet de réduire l'infiltration de l'eau et des agents agressifs ainsi que la détérioration qui y est associée. Une réduction de la quantité de barres d'armature dans les dalles est également envisageable, grâce à la résistance post-fissuration en traction supérieure des BRF. Une réduction du temps de construction en chantier est donc possible.

D'autre part, la réhabilitation des infrastructures est un défi, car la gestion de la circulation est complexe, particulièrement en milieu urbain. La préfabrication des dalles devient alors une alternative intéressante pour accélérer la construction. La connexion des dalles de pont préfabriquées est un élément clé dans la conception, car des efforts importants sont concentrés dans une zone plus à risque de présenter des infiltrations d'eau ou d'agents chimiques. Les joints de connexion standards en béton armé possèdent une largeur approximative de 650 mm et requièrent fréquemment l'application d'une post-tension. Ce concept a notamment été utilisé lors de la réhabilitation de la dalle du pont Jacques-Cartier (Mailhot et Zaki, 2002).

Récemment, des travaux de recherche et de nombreux projets de construction ont montré que des joints de connexion en béton fibrés à ultra-hautes performances (BFUP) de 150 à 200 mm de largeur pouvaient relier adéquatement des dalles préfabriquées en béton armé (Graybeal, 2010, Perry et al., 2012, Sritharan et al., 2012). Quelques projets de recherche ont étudié ce type de joint de connexion innovant combiné aux dalles préfabriquées en BRF (Faggio, 2014, Gascon, 2016, Tremblay, 2016). Cependant, les essais de Faggio (2014), portant sur un joint de connexion longitudinal, ont été les seuls à utiliser des dalles en BFHP avec armatures réduites.

Ce projet de recherche met l'emphase sur le développement d'un joint de connexion transversal en BFUP pour des dalles de ponts préfabriquées en BRF avec armatures réduites. Le joint de connexion transversal est perpendiculaire aux poutres longitudinales de pont.

## **2. PROGRAMME EXPÉRIMENTAL**

### **2.1 Conception des dalles préfabriquées et du joint de connexion**

Les dalles préfabriquées étudiées ont été initialement conçues par Lachance et al. (2016), celui-ci a optimisé la quantité de barres d'armature et le volume de béton requis pour atteindre les moments de conceptions retrouvés dans un pont type à 3 travées et 4 poutres longitudinales en acier espacées de 3 m. Les trois concepts retenus (Figure 1) sont une dalle en BHP, une dalle en BFHP et une dalle hybride. Cette dernière est faite d'une couche de 170 mm en BFHP et d'une seconde de 30 mm en BFUP. La réduction d'armature dans la dalle en BFHP est de 40 % et atteint 55 % dans la dalle hybride.

La conception du joint de connexion en BFUP a été réalisée avec une modélisation par éléments finis à l'aide du logiciel ATENA (Cervenka Consulting, 2014). Les modèles numériques ont démontré qu'une interface de type granulats exposés entre la dalle et le joint de connexion offre une rigidité et une résistance mécanique supérieures en comparaison à une interface plane ou bouchardée. Ceci a été observé également par Duchesneau et al. (2011) et Graybeal (2014). Par ailleurs, un joint de connexion avec une forme fermée en section inférieure apporte une résistance supérieure et retarde l'ouverture de l'interface. De plus, une longueur de chevauchement correspondant à 10 diamètres de barres (10db) pour des barres d'armatures M15 est optimale pour garantir un transfert adéquat des efforts dans le joint de connexion en BFUP. Enfin, un espacement nul entre les armatures est la meilleure configuration de barres dans le joint. Ce dernier résultat semble en contradiction avec les observations en laboratoire. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les modèles numériques ne reproduisent pas les probables défauts de remplissage lorsque des barres collées sont utilisées.

Sur la base des analyses numériques, le joint de connexion conçu pour ce projet possède une forme fermée, une interface de type granulats exposés, une longueur de chevauchement de 150 mm (10db) avec un espacement de 20 mm entre les barres M15 (Figure 1).

### **2.2 Propriétés des matériaux**

Le Tableau 1 présente la composition des bétons sélectionnés pour le projet. Il est à noter que le BFHP-1% a été utilisé pour les dalles en BFHP et la couche inférieure de la dalle hybride, le BFUP-2% pour le joint de connexion et le BFUP-4% pour la couche supérieure de la dalle hybride. Tous les BRF étaient autoplaçants et le BHP présentait une maniabilité ordinaire. Le Tableau 2 résume les propriétés mécaniques moyennes mesurées à 28 jours, à l'exception du BHP qui a subi une cure accélérée. Le

comportement en traction des BRF mesuré sur des spécimens en forme d'os est illustré à la Figure 2. La courbe en pré-pic du BFHP est superposée à celles des BFUP.

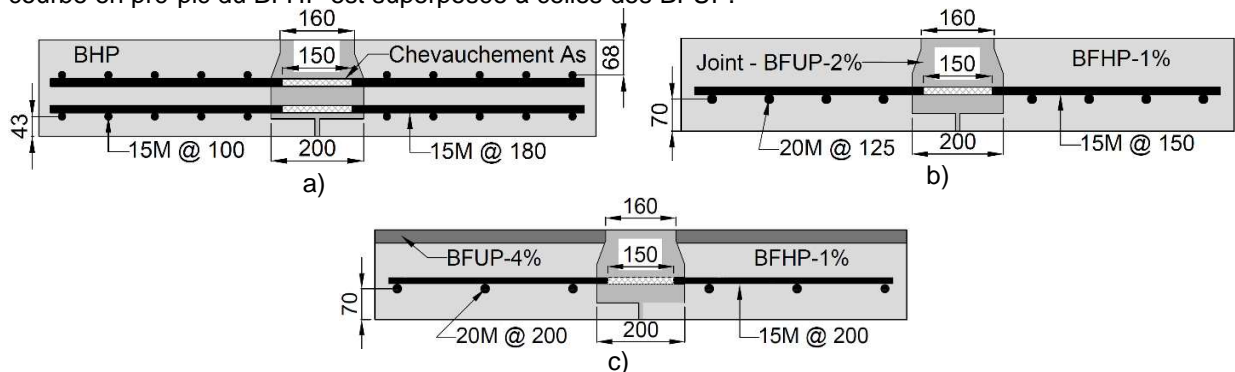


Figure 1 : Section des dalles avec joint de connexion, a) BHP, b) BFHP, c) Hybride (en mm)

Le BHP est couramment utilisé dans les dalles de pont coulé en place. Son rapport eau-liant (E/L) est de 0.39. Le BFHP contient 1 % vol. de fibres à crochet en acier ( $l_f = 35$  mm,  $d_f = 0.55$  mm) avec un rapport E/L de 0.29. La courbe en traction montre un comportement post-pic adoucissant en traction directe grâce à l'ajout des fibres (Figure 2b). Le BFUP contient soit 2 ou 4 % vol. de fibres droite en acier ( $l_f = 10$  mm,  $d_f = 0.20$  mm) avec un rapport E/L respectivement de 0.20 et 0.19. L'optimisation de la granulométrie, le faible rapport E/L et le fort dosage en fibres procurent aux BFUP un comportement pré-pic écrouissant (Figure 2a) et un comportement post-pic adoucissant (Figure 2b) en traction directe. Enfin le BFUP-4% atteint un niveau supérieur de résistance en traction dû au plus grand nombre de fibres dans la matrice.

Tableau 1 : Proportion des composantes des bétons

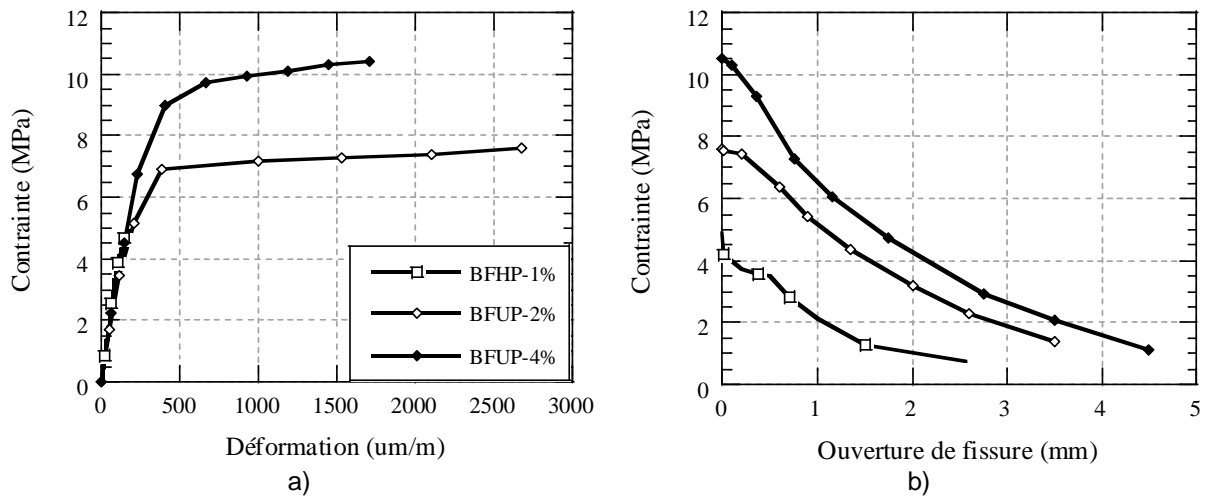
Composantes	BHP	BFHP-1 %	BFUP-2 %	BFUP-4 %
Ciment (kg/m <sup>3</sup> )	449	649	1 008	1 016
Fumée de silice (kg/m <sup>3</sup> )	-	44	252	254
Eau (kg/m <sup>3</sup> )	173	171	223	211
Sable (kg/m <sup>3</sup> )	834	876	658	610
Agrégat (kg/m <sup>3</sup> )	845	645	-	-
Superplastifiant (L/m <sup>3</sup> )	0.190	23.6	42.6	49.5
Air entraîné (L/m <sup>3</sup> )	0.08	-	-	-
Agent modifiant de viscosité (L/m <sup>3</sup> )	2.25	-	-	-
Fibre (kg/m <sup>3</sup> )	-	80.0	156	312
Rapport eau/liant (-)	0.390	0.287	0.200	0.193

Tableau 2 : Propriétés mécaniques des bétons

Propriétés	BHP	BFHP-1%	BFUP-2%	BFUP-4%
$f'_c$ (Mpa)	61.0	96.3	131.4	134.8
$f_t$ (Mpa)	4.07	4.90	7.56	10.5
$E$ (Mpa)	40 000	40 000	38 300	38 500
$\nu$ (-)	0.209	0.271	0.228	0.218

### 2.3 Spécimens

Au total, sept dalles de 3 m de longueur et 1.2 m de largeur (incluant le joint) ont été fabriquées dans une usine de préfabrication : une dalle de référence en BHP sans joint de connexion et six dalles préfabriquées avec un joint de connexion transversal (deux en BHP, deux en BFHP et deux hybrides). Toutes les dalles en BHP ont subi une cure accélérée à la vapeur durant 12 heures et 30 minutes. Toutes les dalles en BRF et le joint de connexion en BFUP ont eu une cure humide durant sept jours. Le premier spécimen de chaque type de dalle subissait un essai statique jusqu'à la rupture, tandis que le second était soumis à un million de cycles de chargement / déchargement suivi d'un chargement en statique à la rupture. Les échéances des essais sur dalles varient entre 50 et 125 jours depuis leur fabrication.



## 2.4 Montage en laboratoire et instrumentation

L'objectif du montage est de recréer en laboratoire la condition de la dalle de pont en service, soit la dalle reposant à ses extrémités sur les poutres longitudinales du pont. En laboratoire, les appuis représentent les conditions frontalières de dalles sur appuis simples (condition isostatique) illustrés à la Figure 3. Un vérin de 490 kN a été utilisé pour appliquer le chargement, qui a été appliqué à mi-portée dans l'axe transversal du pont, soit à 1.5 m, mais de façon excentré dans l'axe longitudinal du pont, soit à 0.325 m du bord plutôt qu'à 0.6m (Figure 4). L'objectif était en effet de vérifier le transfert des efforts entre les deux dalles préfabriquées via le joint. Ceci n'aurait pas pu être étudié en appliquant le chargement directement sur le joint. Au point d'application de la charge, une rotule était présente afin d'appliquer la charge uniformément et une cellule de charge captait la charge réelle appliquée par le vérin. Le système de plaques de chargement représente l'empreinte du pneu de camion type (600 X 250 mm) tel que considéré par le code S6-06 (CSA, 2006). Les plaques disponibles en laboratoire étaient de 600 X 300 mm. Elles ont été positionnées l'une sur l'autre afin de permettre une diffusion des efforts à environ 45° (43° exactement) depuis le vérin jusqu'à la dalle. Des rouleaux ont été ajoutés entre deux plaques du système de chargement pour réduire le déplacement transversal du vérin (Figure 3).

La flèche mesurée lors du chargement statique a été captée à l'aide de potentiomètre à corde, tandis que la mesure lors du chargement cyclique a été faite avec des LVDT (Figure 4). Dix potentiomètres ont été installés linéairement pour capter l'ouverture des fissures sous la dalle préfabriquée, soit une série sous la charge excentrée et l'autre série disposée du côté opposé du joint de connexion. Une autre paire de potentiomètre a été employée pour mesurer l'ouverture du joint de connexion.

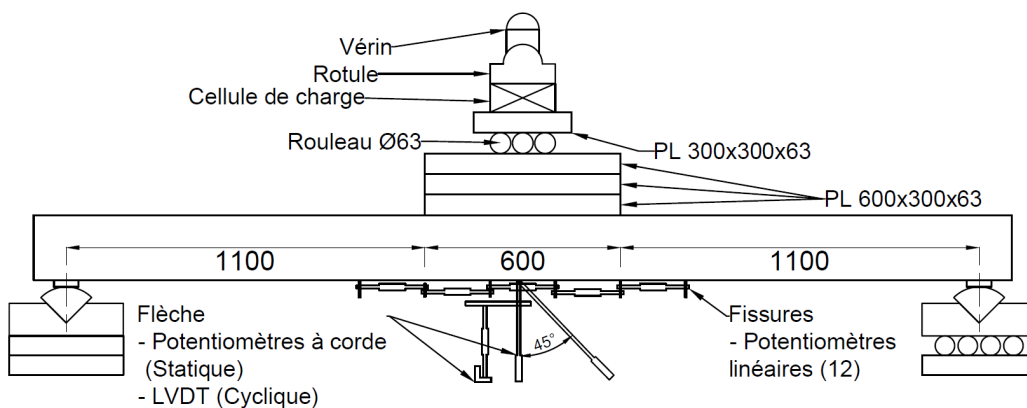


Figure 3 : Montage en laboratoire (en mm)

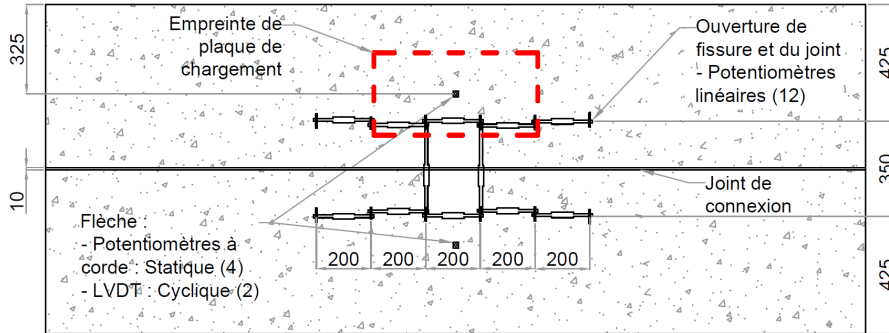


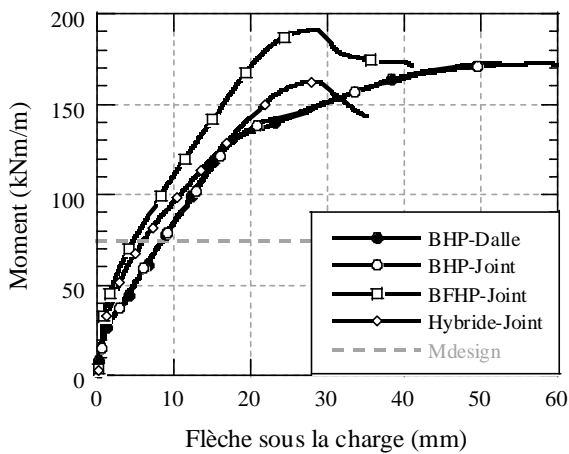
Figure 4 : Vue de l'instrumentation sous la dalle (en mm)

### 3. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

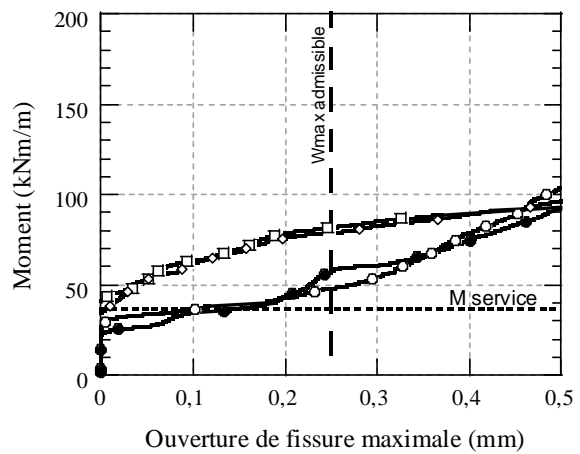
#### 3.1 Essais statiques

Le comportement en flexion moment-flèche des dalles lors des essais statiques est illustré à la Figure 5a avec le niveau de performance requis par le code S6-06 (CSA, 2006) en conditions ultimes. Le comportement moment-ouverture de fissure est présenté à la Figure 5b avec la charge de service et la limite de 0.25 mm d'ouverture de fissure à respecter pour cette charge. Tous les spécimens ont montré un comportement linéaire élastique en début de chargement, suivi d'un comportement non-linéaire avec l'initiation et la propagation de fissures. La dalle en BHP a ensuite atteint un plateau correspondant à la plastification des barres d'armature, tandis que les dalles en BRF ont atteint le pic de résistance fournie par l'action combinée des fibres et des armatures avant de redescendre vers la capacité correspondant au plateau de plastification des barres d'armatures.

La dalle préfabriquée en BHP avec un joint de connexion transversal montre un comportement mécanique identique à celui de la dalle en BHP coulée en place (sans joint). Leur résistance ultime est de 172 kNm/m. Les dalles en BFHP et hybride avec joint de connexion transversal ont atteint une résistance en flexion maximale de 192 kNm/m et 162 kNm/m respectivement (Figure 5a). Quant à la fissuration, dû au meilleur contrôle de l'ouverture des fissures des BRF, aucune fissure n'était perceptible dans les dalles en BRF une fois le moment de service atteint, tandis qu'une fissuration de 0.09 mm était présente sur la dalle en BHP coulée en place et 0.07 mm pour la dalle préfabriquée en BHP avec joint de connexion (Figure 5b). Ainsi, toutes les dalles surpassent le moment de design à l'ultime et les ouvertures de fissures respectent les critères du code S6-06 (CSA, 2006).



a)



b)

Figure 5 : Comportement des dalles sous chargement statique, a) Moment – Flèche, b) Moment – Ouverture de fissure maximale

### 3.2 Essais cycliques

Le montage expérimental pour les essais cycliques est le même que pour les essais statiques à l'exception que le vérin est alimenté par un pulsateur avec une fréquence de 4.4 Hz. La charge minimale et maximale sont de 20 kN et 100 kN, ce qui représente l'application d'un moment transversal de 10.4 kNm/m et de 52.2 kNm/m respectivement ainsi qu'un moment longitudinal dans le joint de connexion de 1.3 kNm/m et de 6.8 kNm/m respectivement. La charge minimale correspond à la capacité minimale du vérin en cyclique et surpasse le poids propre habituellement considéré pour la charge minimale en condition de service. La charge maximale correspond à 120 % d'un essieu de camion pour imposer un chargement plus critique dans le joint de connexion. Un million de cycles de chargement ont été appliqués.

La Figure 6a présente l'évolution des flèches minimales et maximales mesurées lors des cycles par les différentes dalles, tandis que la Figure 6b montre l'évolution des ouvertures minimales et maximales. Les données recueillies lors des essais cycliques se stabilisent après environ 400 000 cycles. Puisque les dalles en BFHP et hybride ont une rigidité supérieure à celle de la dalle en BHP, elles affichent une flèche maximale inférieure (respectivement 4.8 et 5.1 mm), tandis que la dalle en BHP atteint 7.3 mm. Également, l'écart entre la flèche maximale et minimale est aussi plus petit pour les dalles en BFHP et hybride (Figure 6a). Les ouvertures de fissure maximales ont atteint 0.37 mm pour la dalle en BHP, 0.33 mm pour celle en BFHP et 0.31 mm pour la dalle hybride en fin d'essais (Figure 6b), soit des valeurs supérieures à la limite de 0.25 mm exigée dans le code S6-06. Ce résultat est relié au fait que le niveau de chargement en fatigue appliqué était volontairement supérieure à celui obtenu par les équations du code S6-06. Pour un niveau de chargement correspondant à celui du code, les dalles en BFHP et hybride auraient fort probablement respecté l'ouverture maximale prescrite. Ceci a d'ailleurs été démontré par les travaux de Lachance et al. (2016) qui a développé et testé les dalles étudiées dans le présent projet.

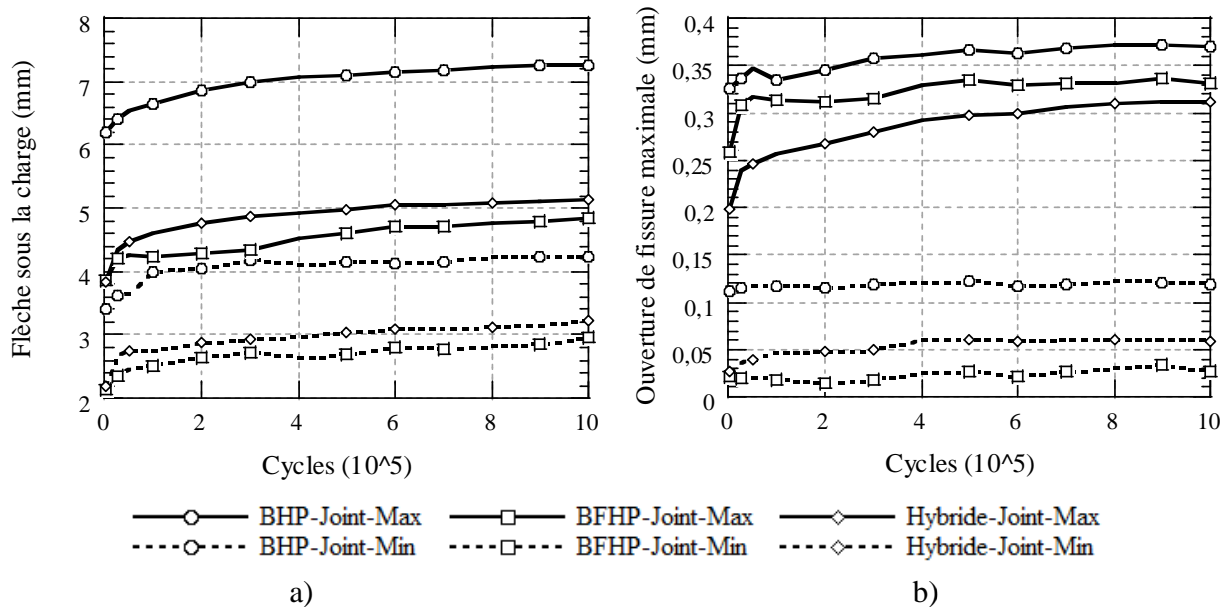


Figure 6 : Comportement des dalles sous chargement cyclique, a) Flèche sous la charge, b) Ouverture de fissure maximale

### 3.3 Effet des cycles de fatigue sur le comportement en statique

Après l'application d'un million de cycles, le pulsateur était arrêté et la charge réduite à 10 kN, ce qui représente un moment transversal de 5.21 kNm/m. Cette charge minimale permettait de conserver le

contact entre le système de chargement et le spécimen. Ensuite, la dalle a été chargée en statique jusqu'à la rupture.

La Figure 7a montre le comportement en flexion moment-flèche des dalles lors des essais statiques réalisés après les cycles de chargement. La Figure 7b présente le comportement moment-ouverture de fissure maximale. Après un million de cycles, la dalle préfabriquée en BHP avec joint de connexion transversal montre le même comportement mécanique que la dalle en BHP coulée en place ayant subi seulement le chargement statique (Figure 7a). La résistance ultime de la dalle BHP est de 170 kNm/m, soit la même valeur que la dalle n'ayant pas subi de cycles de chargement ou ne comportant pas de joint. L'ouverture de fissure augmente jusqu'à 0.29 mm lorsque le moment de service est atteint. Le joint de connexion en BFUP illustré à la Figure 1 demeure fermé pour le moment de service. Un moment correspondant double du moment de service est requis pour l'ouvrir.

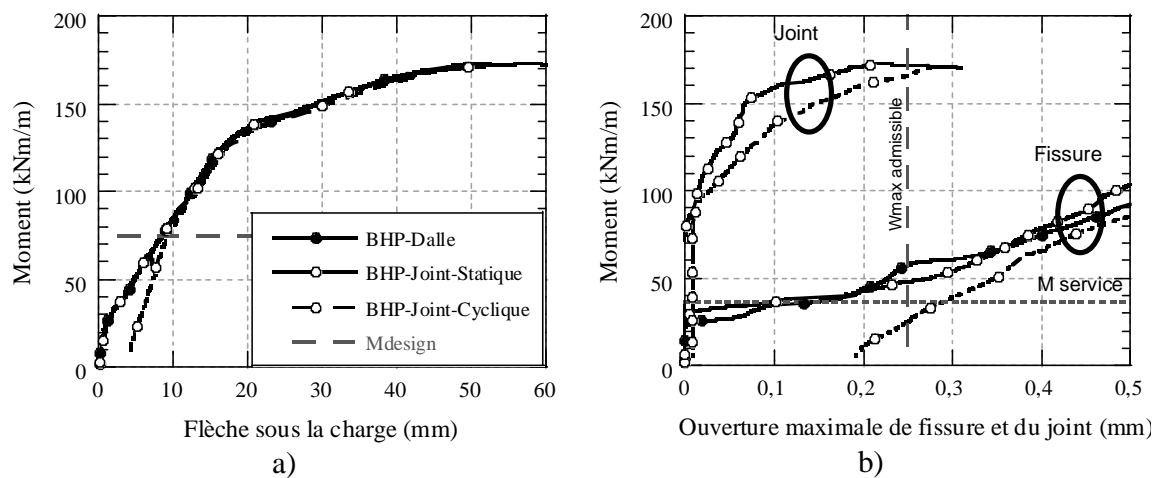


Figure 7 : Comportement des dalles en BHP sous chargement statique après  $1 \times 10^6$  cycles, a) Moment-Flèche, b) Moment-Ouverture maximale de fissure et du joint de connexion

Sur les Figures 8 et 9, les dalles en BFHP et hybride avec joint de connexion transversal montrent une résistance ultime similaire entre le spécimen ayant subi uniquement un chargement statique et le spécimen ayant subi un chargement cyclique avant le chargement statique. La résistance ultime de la dalle en BFHP est de 176 kNm/m avec cycles et de 192 kNm/m sans cycle, tandis que la résistance ultime de la dalle hybride est de 159 kNm/m avec cycles et de 162 kNm/m sans cycle. La réduction de la résistance est donc inférieure à 8 % et 2 % respectivement. Les ouvertures de fissures maximales des dalles en BFHP et hybride atteignent 0,26 mm pour le moment de service. Enfin, le joint de connexion demeure fermé pour le moment de service. Un moment correspondant au double du moment de service est requis pour l'ouvrir.

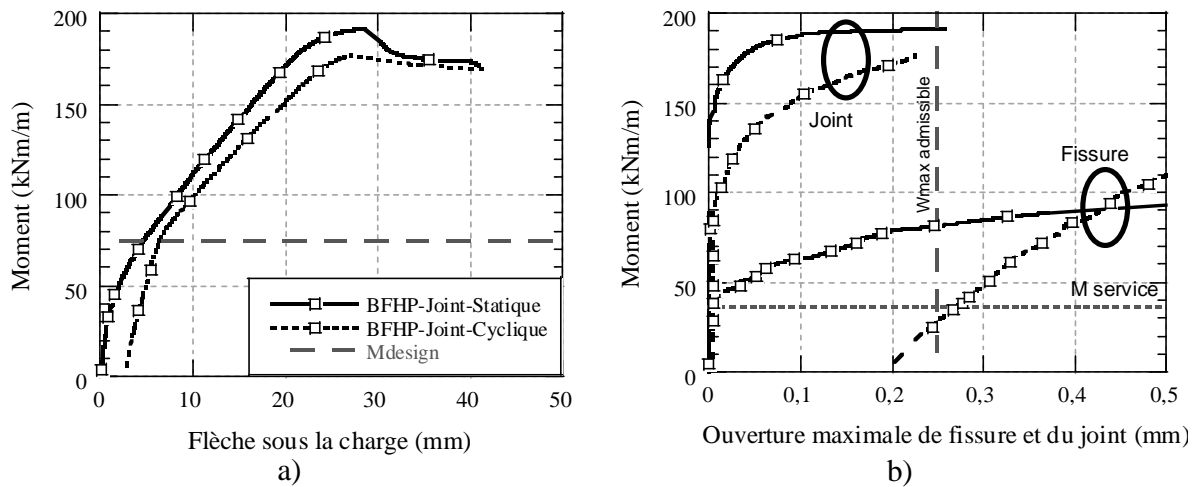


Figure 8 : Comportement des dalles en BFHP sous chargement statique après  $1 \times 10^6$  cycles, a) Moment–Flèche, b) Moment–Ouverture maximale de fissure et du joint de connexion

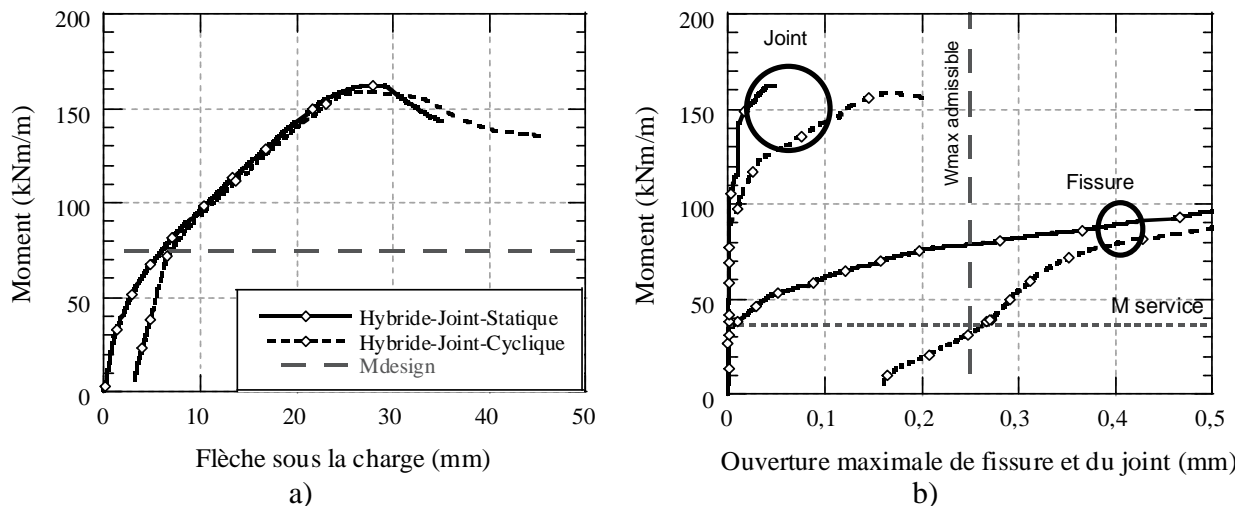


Figure 9 : Comportement des dalles en BFUP sous chargement statique après  $1 \times 10^6$  cycles, a) Moment–Flèche, b) Moment–Ouverture de fissure maximale et du joint de connexion

Les dalles préfabriquées avec joints de connexion en BFUP, avec ferrailage conventionnel (dalle en BHP) et avec armature réduite (dalles en BFHP et hybride), présentent un excellent comportement mécanique. La résistance ultime, avec application de cycles de chargement ou non, est adéquate et très similaire aux dalles sans joint. Les ouvertures de fissure sont inférieures à la limite du Code S6-06, mais dépasse légèrement cette limite après l'application de cycles de chargement 20% supérieure aux indications du Code. Le joint en BFUP des 3 types de dalles demeure fermé en conditions de service.

### 3.4 Schémas de fissuration

Les schémas de fissuration sont illustrés à la Figure 10 pour la zone centrale d'un mètre de longueur des dalles. En condition de service, les dalles en BRF affichent moins de fissures que les dalles en BHP et les fissures sont également moins profondes. À la rupture, les dalles en BRF montrent plus de fissures, mais elles sont toujours moins profondes que celles retrouvées dans les dalles en BHP. Ces observations sont dues au meilleur contrôle exercé par les BRF qui possèdent une résistance post-fissuration nettement supérieure à celle du BHP. Pour la dalle hybride, la fissure gouvernant la rupture finit par se propager à l'interface entre la couche de BFHP et de BFUP, puisque le BFUP possède une résistance à la traction supérieure à celle de l'interface entre les deux bétons.



#### 4. PERSPECTIVES

Les résultats de ce projet confirment que les dalles préfabriquées avec joints de connexion transversaux en BFUP montrent un excellent comportement mécanique et ce, même lorsque la quantité d'armature dans les dalles préfabriquées en BRF est réduite très significativement (jusqu'à 55 %). De plus, les joints de connexion en BFUP proposés dans ce projet sont 4.3 fois moins large (150 versus 650 mm) que ceux en BHP. Leur petite dimension permet l'utilisation d'un joint fermé permettant l'élimination du coffrage en chantier pour leur mise en œuvre. Enfin, le joint de connexion transversal en BFUP ne requiert pas de post-tension. Toutefois, le joint en BFUP proposé ne possède probablement pas la résistance mécanique pour effectuer le transfert des efforts plus importants retrouvés en moment négatif au-dessus d'une pile de pont. Dans ce cas particulier, les travaux de Hartwell (2011) ont démontré qu'il était nécessaire d'introduire une post-tension externe dans l'axe longitudinal du pont, afin d'atteindre la capacité de design.

Quelques études ont été réalisées sur l'utilisation de joints de connexion longitudinal en BFUP au-dessus des poutres de ponts pour des dalles en BFHP (Gascon, 2016, Tremblay, 2016). Des comportements mécaniques très satisfaisants ont été obtenus. Une étude a été complétée sur un cas particulier de joint de connexion longitudinal se retrouvant entre les poutres avec dalle en BFHP (Faggio, 2014) pour différentes épaisseurs de dalles. Les résultats ont montré une ouverture hâtive du joint de connexion due à l'interface bouchardée combinée à une forme de joint droite. Une amélioration pourrait être obtenue grâce à l'utilisation d'un joint fermé et une interface en granulats exposés tels qu'utilisés dans ce projet. Enfin, il serait pertinent de réaliser des travaux sur le comportement mécanique retrouvé à l'intersection des joints transversal et longitudinal de dalles préfabriquées, car il s'agit d'une zone critique où le transfert d'efforts est complexe.

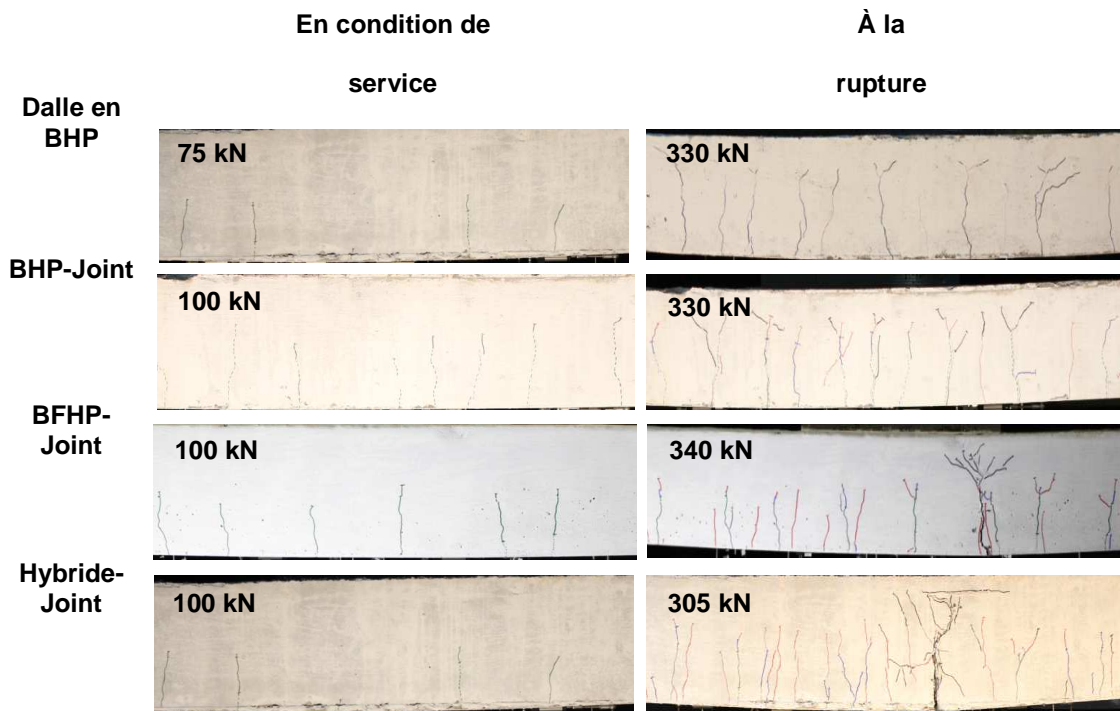


Figure 10 : Schéma de fissuration en condition de service et à la rupture

#### 5. CONCLUSION

L'objectif principal de ce projet était de concevoir, tester et évaluer un joint de connexion transversal en BFUP pour des dalles de pont préfabriquées. La performance mécanique a été déterminée à l'aide d'essais en flexion en condition statique et en fatigue. Les résultats expérimentaux ont mené aux conclusions suivantes :

- Un joint de connexion transversal incorporant une forme fermée, une interface à granulats exposés pour maximiser l'adhérence entre la dalle et le joint ainsi qu'une longueur de chevauchement des barres de 10 db (150 mm pour des barres M15) a été conçu.
- L'intégration du joint de connexion transversal en BFUP proposé dans un système de dalles préfabriquées permet d'obtenir le même comportement structural qu'une dalle coulée en place.
- Le joint de connexion transversale en BFUP proposé a démontré sa performance également pour des systèmes de dalles préfabriquées avec armatures réduites en BFHP ou combinant BFHP et BFUP. Ainsi la réduction de la quantité de barres d'armature dans le joint n'a pas réduit sa performance mécanique.
- Le joint de connexion transversal en BFUP est demeuré fermé pour des niveaux de chargement supérieur au double du moment de service. Ceci laisse présager une infiltration négligeable d'eau ou d'agents agressifs par le joint et donc une excellente durabilité du joint de connexion.

D'après ces résultats, l'utilisation des dalles préfabriquées en BRF combinée au joint de connexion en BFUP est fortement recommandée. Elle permet de construire plus rapidement (réduction d'armature et élimination des coffrages) et d'obtenir une dalle de pont plus durable.

## 6. REMERCIEMENT

Le CRNSG, La Ville de Montréal, Béton Brunet, La Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain Incorporée ainsi qu'Euclid ont financièrement participé à ce projet de recherche. Les auteurs aimeraient également remercier l'équipe technique du Laboratoire de Structures de Polytechnique Montréal.

## 7. RÉFÉRENCES

- Bergeron, F. (2013). *Développement d'une dalle de pont préfabriquée nervurée en béton de fibres métalliques*. (Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke).
- Cervenka Consulting. (2014). ATENA 3D (Version 5.1.1) [Logiciel]. République Tchèque: Cervenka Consulting.
- CSA. (2006). *S6 - Code canadien sur le calcul des ponts routiers*. Ontario, Canada: CSA.
- Duchesneau, F., Charron, J. P., & Massicotte, B. (2011). Monolithic and hybrid precast bridge parapets in high and ultra-high performance fibre reinforced concretes. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 38, 859-869.
- Faggio, L. (2014). *Conception des semelles de poutres précontraintes en T en BRF avec joints en BFUP*. (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada).
- Gascon, M. (2016). *Étude du comportement de connecteurs de cisaillement dans du béton fibré à ultra-haute performance pour la construction de poutres mixtes de ponts*. (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada).
- Graybeal, B. (2010). *Behavior of field-cast ultra-high performance concrete bridge deck connections under cyclic and static structural loading* (Rapport n° FHWA-HRT-11-023). FHWA.
- Graybeal, B. (2014). *Design and Construction of Field-Cast UHPC Connections*. Virginie: Federal Highway Administration.
- Hartwell, D. R. (2011). *Laboratory Testing of Ultra High Performance Concrete deck joints for use in accelerated bridge construction*. (Master's thesis, Iowa State University, Ames, Iowa, United States of America).
- Lachance, F., Charron, J.-P., Massicotte, B. (2016), Development of precast bridge slabs in HPFRC and UHPFRC, *Accepted in ACI Structural Journal*.
- Lachemi, M., Hossain, K. M. A., Ramcharitar, M., & Shehata, M. (2007). Bridge deck rehabilitation practices in North America. *Journal of Infrastructures Systems*, 13(3), 225-234.

- Mailhot, G., & Zaki, A. R. (2002). *Projet de remplacement du tablier du pont Jacques-Cartier (Montréal) - Les défis techniques visant la conception et la construction*. Communication présentée à 4e Conférence spécialisée en génie des structures de la Société canadienne de génie civil, Montréal, Québec, Canada.
- Massicotte, B., Faggio, L., Cordonni, N., Nour, A., & Conciatori, D. (2014). *Design and Construction of SFRC Bridge Decks - Building on Past Experience and Recent Developments*. Communication présentée à Fiber Reinforced Concrete : from Design to Structural Applications, Montréal (p. 134-153).
- Perry, V., Krisciunas, R., & Stofko, B. (2012). *Mackenzie River Twin Bridges - The largest field-cast UHPC Connections Project in North America*. Communication présentée à PCI - National Bridge Conference, Nashville, Tennessee (p. 11).
- Petre-Lazard, I. (2001). *Évaluation du comportement en service des ouvrages en béton armé soumis à la corrosion des aciers*. (Thèse de doctorat, Université de Laval, Québec, Québec, Canada).
- Sriharan, S., Aaleti, S., Garder, J., Bierwagen, D., & Abu-Hawash, A. (2012). Use of Ultra-High Performance Concrete in Bridge Design.
- Tremblay, V. (2016). *Caractérisation de la jonction longitudinale en BFUP de dalles préfabriquées au niveau d'une poutre*. (Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada).
- Yehia, S., Abudayyeh, O., Vazal, I., & Randolph, D. (2008). A decision support system for concrete bridge deck maintenance. *Advances in Engineering Software*, 39(3), 202-210.