

car, pour un arc triplement articulé, l'appoint de la rigidité des arcatures dans la région des naissances ne peut être qu'insignifiant. Les anneaux restent solidarisés par le tablier entre la clef et les reins, ce qui est l'essentiel. Le système est isostatique, les fatigues secondaires non calculées sont réduites. Les lignes d'influence des fatigues des fibres extrêmes sont modifiées dans l'étendue de ces tabliers de jonction, dans un sens plutôt favorable à la sollicitation des arcs. Seulement, ceux-ci reçoivent aux reins les charges concentrées des appuis des tabliers de jonction, ce qui produit un léger jarret dans la ligne des pressions. Les axes des arcs ont été établis d'après le funiculaire des poids morts et de telle sorte que les effets de flexion des charges mobiles fussent minima. Il a été possible, malgré la discontinuité précitée, de réaliser un axe satisfaisant, formé d'un arc central de courbe du 4^e degré, se raccordant tangentielllement, au droit des appuis des tabliers de jonction, à deux arcs extrêmes de paraboles du second degré. Il y avait donc là une très faible discontinuité de courbure. Mais, grâce à la variation modérée d'épaisseur des anneaux, l'aspect obtenu était très satisfaisant.

M. DE BOULONGNE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en Chef des Constructions métalliques à la Cie P. L. M. :

La Réparation et le Renforcement du Viaduc en Fonte sur le Rhône à La Voulte au moyen d'Éléments Métalliques et de Béton Armé ¹

Le Pont en arcs en fonte sur le Rhône près de La VOULTE, de 5 arches de 55 mètres d'ouverture chacune à une voie, a été renforcé en 1923 par addition de gros ronds en acier placés de part et d'autre de la semelle d'intrados des arcs fortement fixés sur cette semelle et noyés dans une dalle en béton armé réunissant toutes les semelles inférieures des arcs et contribuant elle-même dans une très large mesure au renforcement :

une seconde dalle en béton armé a été établie à l'extrados vers les retombées sur une longueur de 6 m environ ;

une troisième dalle en béton armé renforcée par des nervures transversales a été établie sous le ballast qui porte la voie.

Les calculs du renforcement ont été faits avec beaucoup de soin et le bon résultat du travail a été constaté par des vérifications expérimentales faites avec des appareils Manet-Rabut en 1924 et 1928.

On a obtenu trois résultats très intéressants :

1. Au point de vue technique, l'ouvrage qui ne pouvait supporter que le passage des locomotives les plus légères du Réseau supporte maintenant sans fatigue et sans trépidation les machines les plus lourdes.

2. Le renforcement a coûté moins de 50% de la dépense qu'aurait entraîné le remplacement.

3. L'aspect de l'ouvrage n'a pas été alourdi et reste aussi satisfaisant qu'avant le travail de renforcement.

Sur le même réseau P. L. M. M. de BOULONGNE a fait exécuter plusieurs autres renforcements du même genre de ponts en arcs aussi intéressants :

Pont sur le Rhône à CHASSE 5 arches de 40 m d'ouverture à 2 voies

Pont sur le Rhône à LYON 5 arches de 40 m d'ouverture à 2 voies

Pont biais sur l'ISÈRE à Montmélian

près de CHAMBÉRY 4 arches de 35 m d'ouverture à 2 voies

¹ Une description sommaire de ce renforcement se trouve dans „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines“, No. 37/38, du 21 septembre 1928; la description la plus complète de ce renforcement se trouve dans les annales des ponts et chaussées (1924 — V, septembre-octobre).

Ce dernier renforcement est en cours d'exécution en 1928.¹

Les économies réalisées grâce à ces renforcements par rapport aux remplacements sont en nombre rond:

Pour le Viaduc de La VOULTE	2 millions $\frac{1}{2}$ frs.
Pour le Viaduc de CHASSE	3 millions $\frac{1}{2}$ frs.
Pour le Viaduc sur le RHÔNE	4 millions de frs.
Pour le Viaduc sur l'ISÈRE	3 millions de frs.
Économie Totale actuelle ... 13 millions de frs.	

D'autres études de renforcement sont en cours sur le Réseau P. L. M.

Plusieurs autres études de renforcements analogues ont été faites récemment en dehors du Réseau P. L. M. par la Société d'Études pour la construction et la réparation des ouvrages métalliques „Secrom“ dont M. de BOULONGNE est Ingénieur Conseil.

Un renforcement étudié par cette Société pour un pont route de 45 mètres d'ouverture vient d'être exécuté en Angleterre.

Un autre renforcement est en exécution près de PARIS pour un pont route sur la Seine, à SAINT-OUEN, qui comporte un ouvrage à 4 arches de 31 mètres d'ouverture chacune et un ouvrage à 2 arches de 32,50 m d'ouverture chacune.

M. de BOULONGNE signale, dans les notes descriptives qu'il a écrites au sujet de ces renforcements, que les études de renforcement de ce genre exigent une grande expérience et un grand soin pour le choix de tous les détails des dispositions et que l'exécution doit être aussi très soignée.

Oberbaurat Dr. techn. e. h. FRITZ EMPERGER, Wien:

Armierungen von Bogenrippen aus Eisenbeton²

Die „aufgelöste“ Bauweise, von Gewölben in der Form von Längsrippen, ermöglicht eine Verringerung des Eigengewichtes der Konstruktion, wie sie bei großen Spannweiten erforderlich ist, und verlangt eine Armierung dieser Rippen mit der Aufgabe, bei den Formänderungen des Beton ausgleichend mitzuwirken und auch die Festigkeit zu erhöhen. Um sich über die Mitwirkung dieser Eisen klar zu werden, wurden Versuche mit Bogenquerschnitten in einem Drittel der Naturgröße ausgeführter Bogenbrücken in Angriff genommen, welche gezeigt haben, daß bei schlaffen Rundeisenbewehrungen zwei zusammenhängende Erscheinungen auftreten. Es werden einerseits die Rundeisen unter Druck in den Beton hinein ausweichen und so nur unvollkommen mitwirken, andererseits ergibt sich die Gefahr, daß der Beton durch diese Ausweichung gesprengt wird.

Der österr. Eisenbetonausschuß hat die damit zusammenhängenden Fragen zu untersuchen unternommen. Der erste Schritt galt der Wirkung der Umschnürung (Heft XI der Berichte 1927). Als zweiter Schritt wurde die Wirkung des Bügelabstandes untersucht und gefunden, daß selbst bei ganz dichten Bügeln und sogar bei Umschnürungen die schlaffen Druckarmierungen seitlich ausweichen und daher nicht voll ausnutzbar sind (siehe Bauingenieur 1928, Heft 27). In Fortsetzung dieser Arbeiten wurde die Mitwirkung der Schale beim umschnürten Querschnitt untersucht und festgestellt, daß die Umschnürung, welche die Querdehnung des

¹ Depuis septembre 1928 la Cie. P. L. M. a terminé le renforcement du Viaduc sur l'ISÈRE à Montmélian et elle procède en ce moment au renforcement du Viaduc sur le RHÔNE à Saint-Rambert d'Albon, qui comporte 5 arches de 50 m d'ouverture à 1 voie.

Les travaux sont commencés depuis Juillet 1929. (Annotation de septembre 1929.)

² Der vollständige Vortrag erschien in der Zeitschrift „Beton und Eisen“, H. 3 v. 1929.