

Un pont mixte innovant sur la Roize, France

Autor(en): **Muller, Jean / Montens, Serge**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **64 (1991)**

PDF erstellt am: **18.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49294>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

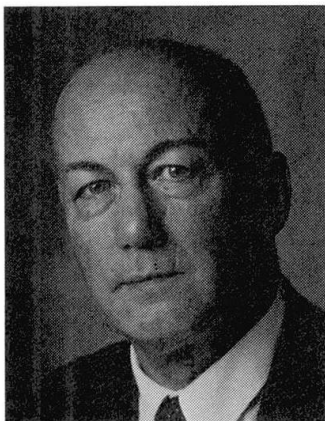
Un pont mixte innovant sur la Roize, France

Eine innovative Verbundbrücke über die Roize, Frankreich

An Innovative Composite Bridge over the Roize River, France

Jean MULLER

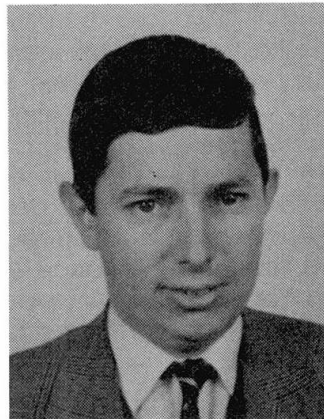
Directeur
SCETAUROUTE
Saint Quentin en Yvelines, France



Né en 1925, Ingénieur ECP, docteur honoris causa de l'Université de Lausanne, Directeur de la Direction des Ouvrages d'Art de SCETAUROUTE et Directeur Technique de Jean Muller International.

Serge MONTENS

Chef de Projet
SCETAUROUTE
Saint Quentin en Yvelines, France



Né en 1956, diplômé de l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, et du Centre de Hautes Etudes du Béton Armé et Précontraint, il est Chef de Projet à la Direction des Ouvrages d'Art de SCETAUROUTE depuis 1988.

RESUME

Le pont sur la Roize est un pont en treillis mixte précontraint. Le tablier, de section transversale triangulaire, se compose d'un hourdis en béton préfabriqué précontraint, d'une membrure inférieure métallique, de diagonales métalliques, et de câbles de précontrainte extérieurs. Il a été construit à l'aide de modules élémentaires préfabriqués posés sur un étaielement.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Brücke über die Roize ist ein vorgespanntes Verbundfachwerk. Der im Querschnitt dreieckförmige Überbau besteht aus einer vorgespannten Betonfahrbahnplatte, einem Untergurt und Diagonalen aus Stahl und äusseren Vorspannkabeln. Die vorgefertigten Module werden feldweise auf einer Rüstung verlegt.

SUMMARY

The bridge over the Roize river is a prestressed composite trussed bridge. The deck, with a triangular shaped cross section is made up of a prestressed precast concrete slab, a steel lower flange, steel diagonals, and external prestressed tendons. It has been built span by span with prefabricated modules laid on a scaffolding.



1- GENERALITES

1.1- Situation

Le pont qui franchit la Roize est situé à Voreppe sur l'échangeur reliant l'autoroute A49 (Grenoble-Valence) à l'autoroute A48 (Grenoble-Lyon).

Il porte l'une des bretelles de l'autoroute A49. La Roize est une rivière endiguée, de faible débit la plupart du temps, mais susceptible de subir des crues significatives. Elle se jette dans l'Isère non loin du noeud autoroutier. L'ouvrage franchit également des canalisations de gaz enterrées, qui imposent l'implantation de ses appuis.

Les caractéristiques de la brèche l'avaient faite retenir, dès 1987, comme le site possible de la construction d'un ouvrage expérimental.

1.2- Choix de la structure du tablier

Le choix effectué résulte des réflexions menées depuis une dizaine d'années sur l'allègement des tabliers des ponts de portée moyenne. Le gain de poids peut être obtenu en remplaçant les âmes en béton précontraint des ouvrages traditionnels par des éléments structuraux moins lourds : des âmes métalliques, planes ou plissées, des treillis en béton ou des treillis en acier. C'est cette dernière idée qui a été retenue. Mais, on a poussé plus loin la recherche d'économie de matière par réduction des charges permanentes en adoptant également une membrure inférieure en acier et en réduisant l'épaisseur de la dalle supérieure, grâce à l'emploi de béton à haute performance (BHP), précontraint par torons adhérents. D'autres idées qui seront détaillées plus loin ont permis en outre de proposer un processus constructif extrapolable à des ouvrages plus importants que le pont sur la Roize.

2- DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

2.1- Implantation et caractéristiques générales

L'ouvrage est constitué d'une poutre treillis continue à 3 travées de 36 m, 40 m et 36 m de portées, qui repose sur 2 piles et 2 culées.

Il porte une chaussée monodirectionnelle de 7 m, à 2 voies, bordée à gauche d'une bande dérasée de 1 m et à droite d'une bande d'arrêt d'urgence de 2,5 m.

Les dispositifs de sécurité sont des barrières normales de type BN4, en acier galvanisé.

La bretelle portée par l'ouvrage a un tracé en clothoïde et un profil en long parabolique convexe. Le dévers de la voie est variable de 0 à 3,5%. Pour simplifier la conception de l'ouvrage, on a adopté la géométrie suivante pour le tablier : l'axe de la membrure inférieure est situé sur un cercle de 528 m de rayon contenu dans un plan légèrement incliné par rapport à l'horizontale. Le dévers variable est obtenu par pivotement régulier de chaque élément de tablier autour de cet axe. On a pu ainsi obtenir des pièces élémentaires de géométrie constante, tout au long de l'ouvrage. Il a, bien entendu, été nécessaire de prévoir une sur largeur du hourdis supérieur (700 mm) pour inscrire sur celui-ci la clothoïde du tracé réel de la voie.

Le tablier a une largeur constante de 12,20 m et une hauteur de 2,30 m. Il est protégé par une chape d'étanchéité et est revêtu d'une couche de roulement en béton bitumineux.

La structure adoptée pour le tablier est un treillis mixte en béton précontraint et en acier. Il est composé :

- d'une unique membrure inférieure formée d'un tube hexagonal en acier ;
- de deux plans de triangulation (de type Warren) inclinés et sécants sur l'axe de la membrure inférieure, constitués de profilés reconstitués soudés rectangulaires en acier ;
- de pièces de pont sur lesquelles sont assemblées les diagonales et qui portent le hourdis supérieur. Celles-ci sont des profilés reconstitués soudés en I ;

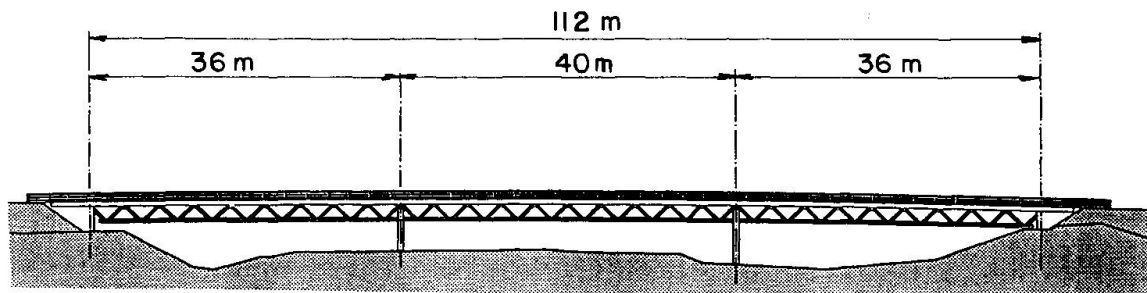
- et enfin, d'une dalle en béton à hautes performances, formant membrure supérieure, constituée de panneaux préfabriqués assemblés par joints coulés en place au droit des pièces de pont.

L'originalité de la structure réside dans sa conception modulaire. La charpente métallique est, en effet, composée de tétraèdres construits en usine, amenés sur chantier, puis assemblés les uns aux autres. Les parties en béton sont elles aussi constituées d'éléments préfabriqués puis assemblés en place.

Chaque tétraèdre comporte une pièce de pont, 4 diagonales et un tronçon de membrure inférieure de 4 m de longueur. L'assemblage des parties métalliques sur chantier est ainsi réduit à la seule soudure bout à bout des membrures inférieures.

Quant à l'assemblage des parties métalliques aux parties en béton et à celui des dalles entre elles, il se fait par le seul bétonnage des joints, situés au droit des pièces de pont.

ELEVATION GENERALE



2.2- Appuis

Les culées sont des culées enterrées, fondées sur 3 pieux de 1 m de diamètre. Elles comportent une chambre destinée à permettre les interventions éventuelles sur les câbles de précontrainte extérieure. Elles sont équipées d'une dalle de transition.

Les piles sont chacune constituées de 2 fûts en béton armé reposant sur une semelle de liaison, fondée sur 2 pieux de 1,30 m de diamètre.

La forme et le calepinage des appuis ont été étudiées par Monsieur Bertottier, architecte chargé de la majorité des ouvrages de l'autoroute A49.

2.3- Charpente métallique

Les pièces de pont sont de simples profils en I portant à leur face supérieure des connecteurs constitués de cornières à arceaux qui permettent la transmission des cisaillements de flexion transversale tout en améliorant l'attache des dalles vis-à-vis du soulèvement. Ces profils comportent des échancrures triangulaires permettant la mise en place du noeud d'assemblage. Leur semelle supérieure sert de support des bords de dalles préfabriquées, puis de coffrage de la face inférieure du joint.

Les diagonales sont constituées de 4 tôles de 16 à 30 mm d'épaisseur, assemblées en rectangle.

Le noeud supérieur est constitué de 2 forts goussets triangulaires qui prolongent les âmes des diagonales et pénètrent largement dans le béton du joint. Diverses tôles permettant la transmission des efforts vers ces goussets sont soudées sur ceux-ci. Le noeud est rempli par le béton du joint lors de son coulage, augmentant ainsi sa rigidité.



Enfin, la membrure inférieure hexagonale est constituée de 2 tôles pliées, assemblées par un cordon de soudure longitudinal. Leur épaisseur varie de 20 à 30 mm. Elle est raidie par 4 diaphragmes situés sous l'impact des membrures des diagonales. L'assemblage bout à bout des éléments de triangulation se fait sur chantier, par soudure à pleine pénétration, sur latte, des membrures inférieures.

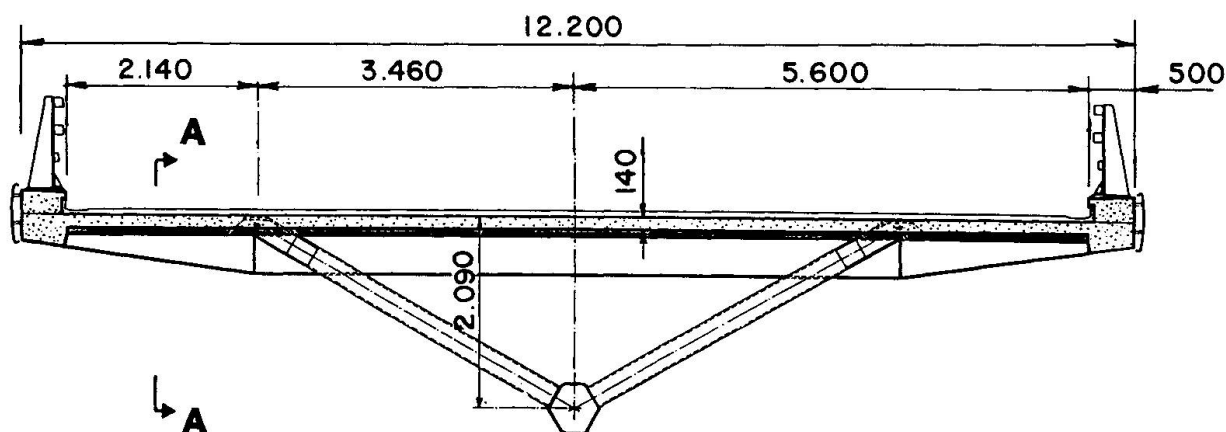
2.4- Dalles

Elles sont construites avec un béton de 80 MPa de résistance caractéristique à 28 jours. La résistance prise en compte dans les calculs est toutefois de 60 MPa. Elles ont une longueur de 12,20 m (égale à la largeur totale du tablier) et une largeur variant de 3,72 m (côté intérieur de la courbe) à 3,82 m (côté extérieur). La variation de dévers impose de leur donner une forme gauche : la distance entre le 4ème angle et le plan formé par les 3 autres est de 14 mm.

Ces dalles ont une épaisseur de 140 mm qui est portée à 220 mm au droit des pièces de pont, par un gousset triangulaire de 600 mm de longueur.

Elles sont précontraintes par 54 torons T13 adhérents, parallèles à l'axe longitudinal de l'ouvrage. Elles sont également précontraintes transversalement, après clavage avec les pièces de pont, par 2 câbles 4T15 à conduit plat, situés de part et d'autre de la pièce de pont.

COUPE TRANSVERSALE



COUPE A-A

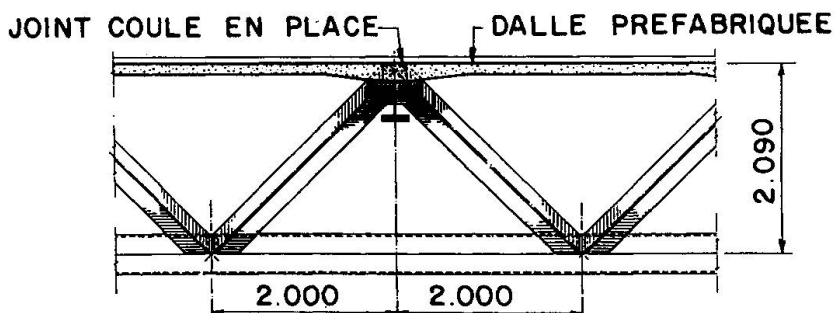


Fig.2 : Coupe transversale

2.5- Précontrainte longitudinale

Enfin, lorsque le tablier est entièrement assemblé, il est précontraint par 5 câbles 12T15 longitudinaux extérieurs. Ces unités sont des câbles Freyssinet, constitués de 12 monotorons gainés, graissés, placés sous un tube en polyéthylène injecté de coulis de ciment avant mise en tension.

Cette technologie a été choisie car elle permet le phasage de la mise en tension des câbles, dans des conditions très faciles, et elle limite l'encombrement et le poids du matériel de mise en tension.

Deux de ces câbles sont ancrés dans l'entretoise en béton située sur la culée. Les trois autres sont ancrés à l'about de la membrure inférieure.

Les câbles sont déviés en partie basse, par l'intermédiaire de tubes cintrés attachés par des diaphragmes à la membrure inférieure. Ils sont déviés, en partie haute, par la pièce de pont sur pile, qui est renforcée à cet effet.

3- CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE

3.1- Fabrication de la charpente métallique

Elle est construite dans les ateliers d'Alès de l'entreprise J. Richard Ducros, titulaire du lot charpentes. Le principe de l'assemblage est le suivant :

- construction des pièces élémentaires : noeud supérieur, pièce de pont, diagonales, à l'aide de tôles en acier E 355 R, et membrures inférieures à l'aide de tôles en acier A52 FP. Le choix de cette nuance d'acier a été fait pour permettre le pliage avec un léger préchauffage des tôles. Un acier E 355 R aurait en effet rendu ce pliage beaucoup plus délicat, et sans doute, nécessité un chauffage important ;
- assemblage sur un gabarit, des V constitués du noeud supérieur et de 2 diagonales, puis soudage et contrôle de cet ensemble ;
- assemblage, sur un autre gabarit, du tétraèdre complet, puis soudage et contrôle de l'ensemble ;
- montage à blanc en atelier de plusieurs éléments.

3.2- Préfabrication des dalles en BHP

Les dalles sont coulées deux par deux, sur un banc de préfabrication équipé de 2 moules, situés entre 2 culées d'ancrage des torons adhérents. Un cycle de préfabrication comporte les opérations suivantes :

- mise en place des cages d'armatures dans les moules,
- mise en tension des torons adhérents,
- bétonnage,
- mise en oeuvre d'un produit de cure,
- maturation du béton pendant environ 30 heures,
- transfert de la précontrainte adhérente aux dalles,
- démoulage et mise sur stock.

Le béton à hautes performances a fait l'objet d'études et d'épreuves de convenance détaillées. Le choix entre les diverses formules envisageables a été fait en fonction de critères de facilité de mise en oeuvre, le critère de résistance étant largement rempli, dans tous les cas, avec une relativement faible variabilité en fonction de la précision des dosages.



3.3- Montage - Finitions

L'ouvrage est monté sur étaielement en 3 phases. La première et la seconde phases sont symétriques et consistent à monter les travées de rive.

Les tétraèdres métalliques sont posés à la grue.

Ils reposent sur l'étalement par l'intermédiaire de vérins situés sous les pièces de pont, au droit des noeuds supérieurs. Les vérins permettent le réglage fin de la géométrie, prenant notamment en compte les contre-flèches nécessaires.

On procède alors au soudage bout à bout des éléments de la membrure inférieure. Les dalles préfabriquées sont ensuite posées à la grue, et un béton de clavage est coulé au droit des pièces de pont.

On peut alors décintre les travées de rive.

A ce stade, aucune précontrainte longitudinale n'est mise en oeuvre, mais la structure est stable. Le hourdis supérieur en BHP, comprimé, et la membrure inférieure en acier, tendue, ont en effet des sections largement suffisantes.

La troisième phase peut alors intervenir : montage de la travée centrale, ripage des travées de rive pour les amener au contact de la partie médiane et enfin, clavage de l'ensemble.

Les câbles de précontrainte longitudinale sont mis en tension et permettent le décintrement de la travée centrale.

On peut enfin effectuer la mise en oeuvre définitive des superstructures latérales, poser l'étanchéité, la couche de roulement et les joints de chaussée.

4- AVANTAGES DE LA STRUCTURE ET PERSPECTIVES

Les principaux avantages de la structure proposée sont les suivants :

- légèreté grâce au béton à hautes performances, qui permet de réaliser une dalle très mince,
- faible consommation d'acier de structure grâce à l'utilisation d'un treillis tridimensionnel et de la précontrainte,
- industrialisation de la fabrication par l'utilisation d'éléments modulaires répétitifs (éléments de charpente métallique et dalles préfabriquées),
- facilité et rapidité du montage grâce à la légèreté des composants élémentaires et à la faible quantité de soudures à réaliser sur chantier,
- possibilités importantes d'adaptation à des tracés complexes (le pont sur la Roize a un tracé circulaire et un dévers variable).

Ce type de structure doit être économique pour des ponts de portée plus importante (de 50 à 100 m), la légèreté devenant un facteur déterminant, et pour des ponts de grande longueur totale, la répétitivité permettant de diminuer les coûts de fabrication dans une proportion non négligeable.

5- INTERVENANTS

Maître d'Ouvrage	AREA
Maître d'Ouvre	SCETAURROUTE Antenne de Grenoble
Conception et études d'exécution	SCETAURROUTE DOA (Direction des Ouvrages d'Art)
Contrôle du projet d'exécution	CETE de Lyon
Architecte	Monsieur Bertottier
Entreprises :	
Titulaire du lot génie civil	CAMPENON BERNARD
Titulaire du lot charpentes	RICHARD DUCROS