

PONT SUR LE DOUBS ENTRE AUDINCOURT ET VALENTIGNEY

Gilles FRANTZ, Nabil YAZBECK
EGIS-JMI



1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE ET CONTEXTE

Cet ouvrage, du type pont en arc, est situé entre les communes d'Audincourt et de Valentigney dans le département du Doubs (25). Il est destiné à permettre le franchissement du Doubs et à assurer la connexion entre les voiries des deux communes voisines : la RD38 et la RD437.

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) du Pays de Montbéliard, approuvé par le Conseil de la Communauté d'Agglomération le 23 Octobre 2000, préconisait la réalisation d'un axe structurant de transports collectifs en site propre articulé sur deux pôles d'échange : l'un à Montbéliard, l'autre à Audincourt. La constitution de ce réseau impliquait une réorganisation des déplacements urbains avec notamment la création d'un nouveau pont pour franchir le Doubs entre les communes d'Audincourt et de Valentigney.

Les principaux enjeux de l'opération étaient alors :

- de favoriser ces liaisons transversales de part et d'autre de la nouvelle voie en assurant une meilleure circulation VL/PL dans le secteur et une continuité sécurisée des cheminements piétons et cycles ; La future voie assurerait la connexion entre la RN 437 (au niveau du carrefour rue de Valentigney/RN 437) et la RD 38,
- de saisir l'opportunité représentée par l'opération, pour créer un espace public s'ouvrant sur le Doubs et ainsi renouer le contact entre la ville et sa rivière.

Les travaux faisant l'objet du marché concernaient la construction du pont et l'ensemble des réaménagements de ses voies d'accès et de ses abords.



2. CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE

L'infrastructure reliant la RN437 à la RD38 se trouve pour partie dans le lit majeur du Doubs.

Le choix d'un ouvrage de type tablier intermédiaire avec des pieds d'arc implantés sur les rives permet de minimiser l'impact hydraulique. Aucun appui ne perturbe l'écoulement des eaux dans le lit mineur et l'intrados du tablier se situe au-dessus du niveau des plus hautes eaux (augmenté de la revanche de 50 cm prévue). Le projet veille principalement à limiter son emprise sur les rives ainsi qu'à préserver le libre écoulement du Doubs.



3. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

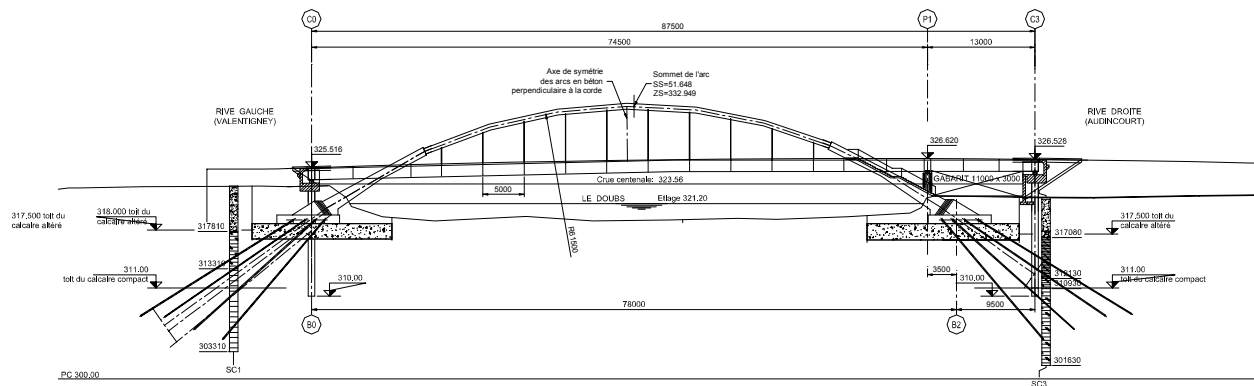
3.1 Coupe longitudinale

L'ouvrage est de type « pont en arc à tablier intermédiaire ». Le tablier est suspendu à l'arc dans sa partie centrale par un système de couples de suspentes à barres. Structuellement, l'arc et le tablier sont totalement désolidarisés au niveau de leur intersection géométrique, l'arc traversant le tablier par des trémies.

L'ouvrage a une longueur de 87,50 m entre axes d'appuis des culées (C0-C2). Cette longueur se décompose en une travée suspendue de 74,50 m (C0-P1) et une travée de rive de 13,00 m (P1-C2).

Le tablier et la partie centrale de l'arc (située au-dessus de la chaussée) sont métalliques ; les naissances d'arc sont en béton. La travée P1-C2 permet de dégager un gabarit de 11x3 m pour une voie piétonne et cycles en berge. L'accès au tablier à partir de cette voie est assuré par un escalier suivant la courbe de l'arc.

La pilette P1 repose sur la naissance de l'arc en béton et porte le tablier par l'intermédiaire d'une pièce de pont.



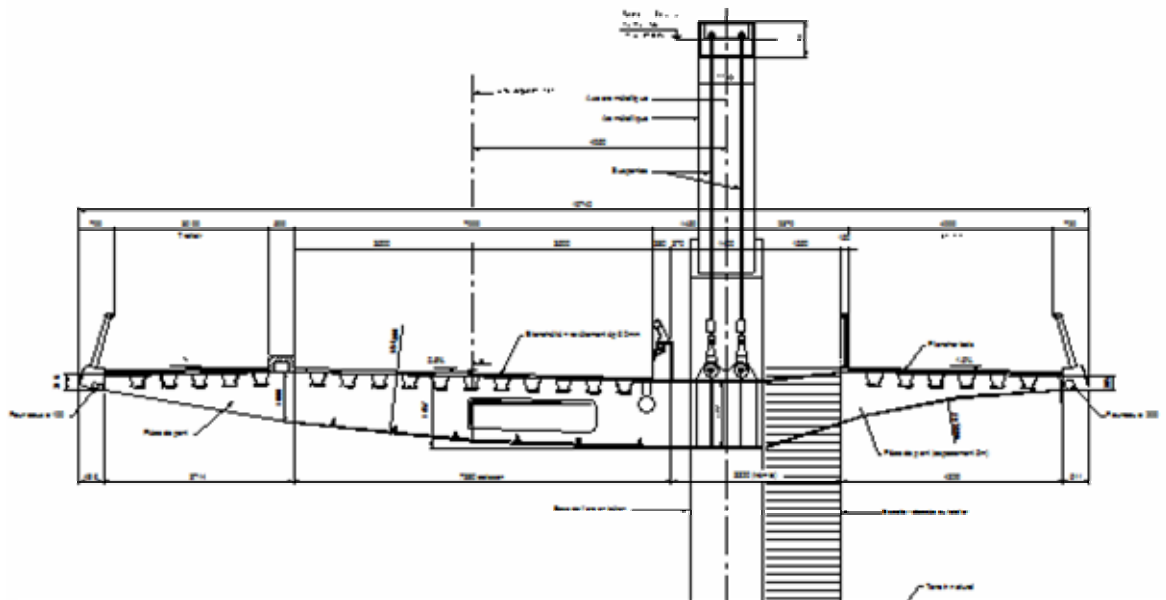
3.2 Caractéristiques fonctionnelles et géométriques du projet

Le profil en long du pont est constitué d'arc de cercle de rayon 2000 m avec un point haut proche de la rive droite (côté Audincourt - culée C2). L'ouvrage respecte le gabarit des pistes cyclables en rive droite ainsi que la rehausse de 0,5 m au-dessus du niveau des crues centennales.

Le tracé en plan, rectiligne, est perpendiculairement au Doubs.

Le profil en travers sur ouvrage est arrêté du Nord au Sud comme suit :

- une voie mixte piétons et cycliste de 3,00 m et un séparateur physique bas de 0,50 m,
- une chaussée bidirectionnelle de 7,00 m hors tout y compris bande dérasée et caniveau fil d'eau,
- une largeur consacrée à l'arc et sa protection de 3,30 m,
- et une voie mixte piétons et cycliste sur-élevée de 4,00 m.





3.3 Fondations des pieds de l'arc

Les charges transmises par l'arc présentent la particularité d'être inclinées à environ 37° sur l'horizontale. Aux ELS, la composante horizontale, évaluée à 7000 kN, est bien supérieure à la composante verticale et nécessite de concevoir un appui capable de résister sans déplacement excessif sous les charges appliquées.

Le substratum rencontré à partir de 4,50 m de profondeur, et jusqu'à 10 m en moyenne, a été reconnu comme extrêmement fracturé horizontalement. Ce feuilletage très dense des couches de calcaire avec des vides ou des défauts de liaison entre stratifications, n'est pas favorable à la reprise d'efforts horizontaux. On est conduit à chercher un niveau de fondation situé en-dessous de 11 m de profondeur, dans l'horizon de calcaire moins fracturé.

Les fondations des massifs d'appui de l'arc ont donc été conçues sur micro-pieux inclinés transférant la charge au sein du massif calcaire vers 15m de profondeur. Les micro-pieux, inclinés, sont disposés en éventail dans les deux directions, suivant une géométrie permettant d'assurer un fonctionnement et une stabilité optimales.



Ces micro-pieux, de type IV, sont constitués d'une armature métallique munie de manchettes pour une injection de scellement de type répétitive et sélective (I.R.S), sous une pression de 1 MPa minimum.

3.4 Superstructures et équipements

Des garde-corps architecturaux sont mis en place sur les deux rives du tablier, pour assurer la sécurité des piétons. Côté aval, un séparateur de 0,50 m distingue la voie piétonne de la voie routière. Côté amont, un garde-corps en verre sépare la voie piétonne de la zone sous l'arc.

Les garde-corps de rive sont munis d'un dispositif d'éclairage fonctionnel, dédié à la liaison piétons-cycles. La protection des suspentes est assurée tout le long de l'ouvrage par une barrière métallique spéciale. Des points lumineux filant placés à l'intérieur de celles-ci assurent un éclairage efficace et sûr des voies de circulation.

La chaussée de l'ouvrage est équipée d'un complexe spécial étanchéité/couche de roulement de type revêtement épais multicouches d'une épaisseur totale de 70 mm.

Les zones sur encorbellements supportant les trottoirs sont équipées d'un complexe étanchéité/revêtement mince avant pose du platelage bois.

Les eaux de ruissellement sur chaussée sont recueillies latéralement dans un caniveau en asphalte porphyré, se déversant par le biais d'avaloirs espacés de 10 m environ dans un caniveau métallique qui évacue les eaux jusqu'aux extrémités de l'ouvrage. Les eaux de ruissellement sur trottoirs sont recueillies aux extrémités de l'ouvrage sur culées.



3.5 Tablier

Le tablier est entièrement métallique. Il présente une largeur hors tout y compris trémies de 19,210 m, pour une hauteur maximale de 1,30 m. L'intrados est courbe, en forme de vasque. Il est formé de tôles d'épaisseur 20 mm.

Le tablier est composé dans sa partie centrale d'un caisson support des circulations routières, d'une largeur de 7,60 m pour une hauteur variable allant jusqu'à 1,30 m. Le platelage supérieur est à dévers unique à 2,5%. Il est réalisé en dalle orthotrope dont l'épaisseur sous chaussée est de 16mm. L'intrados est renforcé par des raidisseurs longitudinaux continus en plats.

Des diaphragmes sont disposés dans le caisson tous les 5 m en zone courante, dans le prolongement des pièces de pont support des trottoirs ; ils sont ajourés pour permettre la circulation à l'intérieur du tablier durant les phases de construction et pour les visites de maintenance en service.

Aux extrémités du tablier, des caissons transversaux constituant des chevêtres d'about permettent la prise d'appui du pont.



3.6 Trottoirs

De larges encorbellements de part et d'autre du caisson central supportent les trottoirs Nord et Sud. Un vide de 3,25 m sépare le trottoir Sud de la chaussée ; il correspond à l'espace nécessaire pour la traversée de l'arc et pour l'accostage de l'escalier.

Les encorbellements sont des PRS à section en I de hauteur variable complétés par un platelage à dalle orthotrope sous les trottoirs. Les membrures des PRS ont une largeur de 600 mm, et des épaisseurs variant entre 16 et 25 mm.

3.7 L'arc

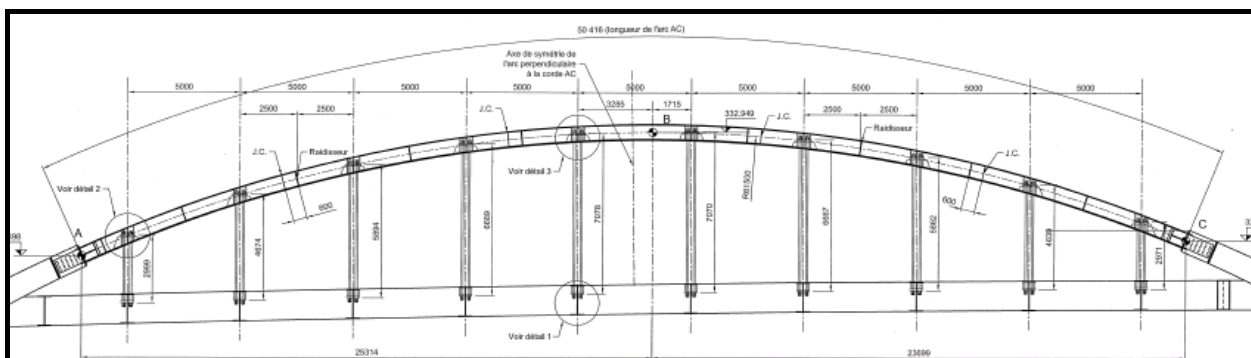
L'épure de l'arc en élévation se décompose en 3 arcs de cercle : un rayon de 61,50 m pour la partie centrale métallique et un rayon à l'axe moyen de 68,50 m pour les amorces en béton, les tangentes aux rayons étant identiques aux points de jonction métal-béton.

Transversalement, l'arc est excentré par rapport au tablier ; la nappe de suspension est verticale. L'arc présente une ouverture en pied de 78,00 m pour une flèche de 14,20 m. A son point haut, il se situe à 6,50 m au-dessus de la chaussée. Du fait de la dissymétrie du profil en long dans la travée suspendue, l'axe de symétrie de l'arc métallique n'est pas vertical mais légèrement incliné ; il est perpendiculaire à sa corde, qui est la droite reliant les 2 points de liaison métal-béton. Cette corde est parallèle à la corde de l'arc de cercle composant le profil en long dans la zone de tablier correspondante.

L'arc métallique est constitué d'un caisson rectangulaire de section constante 1180(l) x 700(h) hors tout.

Les amorces en béton sont de section rectangulaire. La largeur, constante, vaut 1,40 m. La hauteur, variable, vaut 1,00 m au point de jonction avec l'arc métallique.

La liaison entre l'arc métallique et les amorces en béton est assurée par une prise d'appui sur le béton par l'intermédiaire d'une platine épaisse et par le prolongement dans le béton des âmes du caisson métallique, la connexion étant assurée par des connecteurs.



3.8 Appareils d'appuis et suspension du pont

L'ouvrage est suspendu sur sa travée centrale (C0-P1) par dix paires de suspentes espacées régulièrement tous les 5 m. Elles coïncident donc avec les entretoises en partie courante.

Du fait de la dissymétrie transversale du profil en travers (moment de torsion d'extrémité important), l'appui du tablier sur culée situé transversalement le plus proche de l'axe de l'arc est soumis à des tractions permanentes. La prise d'appui sur culées (C0 et C2) du côté amont (côté nord) est donc assurée par une bielle anti-soulèvement. Du côté aval (côté sud), le tablier prend appui sur la culée par l'intermédiaire d'un appareil d'appui en caoutchouc fretté.

Le tablier est également équipé sur culées de dispositifs de butées sismiques transversales. La transmission des charges horizontales du tablier aux dés d'appui en béton se fait par l'intermédiaire d'appareils d'appui en caoutchouc fretté.

L'appui sur la pile (P1) est également assuré par appareil d'appui en caoutchouc fretté



4. MÉTHODES DE CONSTRUCTION

4.1 Fabrication

L'acier nécessaire à l'ouvrage a été commandé aux forges trois mois après l'ordre de service de démarrage des travaux. A leur livraison à l'usine(quatre mois plus tard), les tôles ont été marquées, oxycoupées, chanfreinées, débitées et préparées, avant les opérations de soudage qu'elles vont subir.

Le bilan économique établi au niveau de l'étude de prix a mis en évidence la solution de tronçonnement la plus adaptée :

- arc en 6 tronçons de 11 à 15 m pesant de 41 à 58 tonnes,
- tablier en 2 x 5 tronçons de 27 à 33 m pesant de 23 à 35 tonnes,
- pilettes et pièces de pont en vrac.

4.2 Montage



Avant la livraison des tronçons, un gabarit identique à celui de l'atelier, a été mis en place sur le chantier à partir de blochets et camarteaux, des calages en bois et métalliques, et de tours d'étalement. Après déchargement, les tronçons ont été « présentés et clamés », c'est à dire réglés pour avoir les bons jeux entre pièces à souder et bloqués. Implantation, alignement et nivellement sont contrôlés. Ce montage à blanc a été réalisé en trois phases :

- arc à plat, par 3 tronçons consécutifs,
- arc couché à plat,
- tablier à plat, par 2 tronçons consécutifs.

Pendant que le soudage se fait sous abris avec des moyens comparables à ceux de l'atelier, l'avant-bec est monté. Il s'agit, d'une ossature provisoire qui est destinée à soulager le tablier lors de la traversée du Doubs en prenant appui sur les palées en rivière.



L'ouvrage a ensuite été « dévéréiné », posé grâce à des vérins hydrauliques, sur les galets, ses appuis de lancement, et le treuil est « mouflé », démultiplié par l'intermédiaire de poulie pour permettre la mise en mouvement du tablier.



4.3 Protection anti-corrosion

En raison de la fermeture étanche des caissons visitables (arc et tablier), seules les faces vues sont revêtues d'un système de protection, en l'occurrence le système C4A NV 645.

5. PRINCIPALES QUANTITÉS / COÛT DE L'OPÉRATION / DÉLAIS DE RÉALISATION / INTERVENANTS

5.1 Principales quantités

- Micropieux : 650 mètres,
- Charpente métallique du tablier : 600 tonnes,
- Charpente métallique de l'arc : 50 tonnes,
- Câbles de suspentes : 125 mètres,
- Béton des élévations : 500 mètres cube.

5.2 Coût de l'opération : 8.500.000 €HT – 12/2005

- Lot génie civil : 2.500.000 €HT,
- Lot charpente métallique : 2.700.000 €HT,
- Lot voirie et réseaux divers : 2.700.000 €HT,
- Lot éclairage : 600.000 €HT.

5.3 Délais de réalisation

17 mois à compter de janvier 2005.

5.4 Principaux intervenants

Maîtrise d'ouvrage : Communauté d'Agglomération du pays de Montbéliard

Maîtrise d'œuvre : EGIS-JMI , EGIS Atelier du Paysage, Architecture et Ouvrages d'Art – EGIS Aménagement

Entreprises : Groupement PARIETTI. / BERTHOLD/BAUDIN S.A.

Bureaux d'étude d'exécution : Génie civil BEA / métal CTICM + contrôles externes MIO