

LE NOUVEAU PONT FERROVIAIRE SUR LA GARONNE

Patrick CHARLON, William CARRIGNON, Mathieu CARRY

Eiffage TP

Philippe RAMONDENC, Michel TRIQUET

SNCF/IGOA

Marc BUONOMO, Jean-Pierre GERNER

Eiffel

1. INTRODUCTION

Pour la réalisation du nouveau pont ferroviaire de Bordeaux sur la Garonne, second ouvrage réalisé par Réseau Ferré de France en conception construction après le viaduc de Jaulny, le groupement comprenant les entreprises Eiffage TP (mandataire), Eiffel, Spie Fondations, les ingénieries SNCF (IGOA/INEXIA) et BE Greisch, les architectes Duval et De Giacinto, a été retenu à l'issue de la phase concours en mai 2005.

Ce franchissement stratégique pour le développement du transport par fer vers Bordeaux et le sud de l'Europe, puisqu'il permettra à terme l'utilisation de 4 voies contre 2 actuellement, est composé d'un ouvrage à tablier métallique tri-caisson à 6 travées de 66 à 77m et d'un portique béton armé à son extrémité rive gauche. Les appuis sont constitués sur les berges par trois piles sur pieux et en Garonne par cinq piles sur fondations semi-profondes (batardeau et béton de remplissage).

Cet ouvrage remplacera dès le 8 mai 2008 la passerelle métallique existante, construite en 1860, qui n'a plus à ce jour la capacité de trafic requise et qui a subi les outrages du temps.

Le chantier du plus important ouvrage ferroviaire français en construction hors lignes nouvelles, fait appel à des techniques pointues dues au travail en site nautique et il présente quelques opérations spectaculaires (batardeaux innovants, estacade, levages de caissons métalliques de 500 tonnes...)

2. PRÉSENTATION DU PROJET ET DE SES CONTRAINTES

L'ouvrage est constitué d'un mono tablier métallique. Ce tri-caissons à pièces de pont et dalle béton TPE (Tablier Poutrelles enrobées) est appuyé sur la rive droite sur une pile culée (Pc1), en rivière sur 5 piles (P2 à P6) et sur un portique béton armé en rive gauche (Pc7-Pc8). Voir figures 1 et 2.

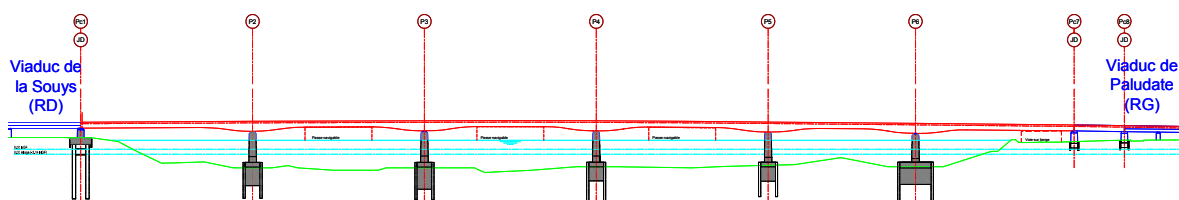


Figure 1

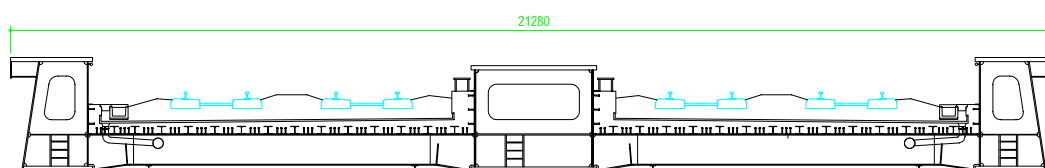


Figure 2

Les portées dans l'axe de l'ouvrage sont : 4 x 77m de Pc1 à P5, 66 m de P5 à P6, 71m de P6 à Pc7 et 23 m pour le portique Pc7-Pc8

Le tracé en plan est rectiligne pour la partie centrale du franchissement (P2 à P6 environ) et courbe à rayons variables pour les parties de raccordement aux viaducs d'accès et voies existantes.
Le profil en long comporte des pentes maximum de 9mm/m compte tenu de la proximité de la gare (le démarrage des trains les plus lourds doit rester possible).
La description des contraintes et des grands principes de la conception a fait l'objet d'une présentation dans le numéro 827 de la revue TRAVAUX de février 2006.

3. LE PHASAGE GÉNÉRAL DES TRAVAUX

La proximité du nouvel ouvrage et de la passerelle existante est une contrainte majeure pour la construction de ce nouveau franchissement.

En effet, au niveau de l'extrémité rive gauche du nouveau pont, la superposition partielle du tracé de voies projeté avec la situation actuelle et la nécessité de maintenir pendant toute la durée des travaux le trafic ferroviaire impliquent une réalisation des travaux en deux phases distinctes.

Ainsi, dans un premier délai de 26 mois, les travaux comprendront la construction de tous les appuis, de la totalité du tablier jusqu'à la pile P6 et de la partie aval du tablier de P6 à Pc8. Au terme de ce délai, la livraison à RFF du tablier aval sera effectuée afin que puissent être réalisées la pose des voies et la réalisation des équipements ferroviaires. Le basculement de la circulation ferroviaire de la passerelle Eiffel au nouvel ouvrage interviendra ensuite et nécessitera une interruption totale du trafic de 72 heures.

Dans une seconde phase de 13 mois, il faudra déconstruire la passerelle existante et achever la construction des appuis Pc7 et Pc8, du tablier amont de P6 à Pc8. Le tout sous circulation à l'aval, nouvelle contrainte forte en terme de technique mais aussi de sécurité.

4. TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Des travaux préparatoires ont été menés préalablement au démarrage des travaux. On note en particulier :

- La transplantation par le Conservatoire Botanique d'Aquitaine des essences végétales protégées (Oenante de Foucault et Angélique à fruits variés) sur les berges de la Garonne, celle-ci étant inscrite au classement Natura 2000.
- La réalisation d'une campagne de reconnaissance géotechnique complémentaire pour les appuis situés sur les berges (piles Pc1, Pc7 et Pc8).
- La réalisation d'essais de battage des profilés et palplanches en Garonne afin de conforter les choix techniques adoptés lors de la phase concours.
- La réalisation par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR) dans son laboratoire de Lyon d'essais hydrauliques sur modèle physique. Cette étude avait pour but de dimensionner les protections par enrochements des piles de l'ancien et du nouveau pont ainsi que celles sur les berges. Deux maquettes au 1/60ème (photo 1) ont permis de modéliser par analogie les conditions hydrauliques de la Garonne (marées, courantologie) pour les piles placées dans les zones les plus sollicitées. Les études ont été menées pour les phases de chantier (présence de batardeaux et de l'ouvrage existant) et d'exploitation (présence uniquement des nouvelles piles). Les résultats obtenus ont été étendus à l'ensemble des autres appuis dans le lit mineur de la rivière.
- L'instrumentation de la passerelle existante. Toutes les piles ont été équipées de capteurs de vibrations reliés à un ordinateur dans les bureaux de chantier. Ce dispositif a permis pendant toute la durée de réalisation des appuis de s'assurer que ces travaux n'étaient pas plus préjudiciables pour l'ouvrage que les passages des trains les plus générateurs de vibrations.



Photo 1

5. LES APPUIS SUR LES BERGES

La pile Pc1 sert à la fois d'appui pour le pont sur la Garonne et le viaduc d'accès rive droite, dit viaduc de la Souys. Fondée sur 12 pieux Ø1500mm de 24 m de longueur (pieux forés, tubés sur les douze premiers mètres et réalisés à la boue bentonitique), elle porte un collecteur d'assainissement 2m x 2m. Une semelle de 30x6x2,50 m sert d'assise au fût de pile. Elle a dû être réalisée en deux phases afin de limiter les charges sur le collecteur ; la première phase servant de dalle de protection en appui sur les pieux adjacents.

Les piles Pc7 et Pc8 qui constituent les piédroits du portique de liaison entre le pont Garonne et le viaduc de Paludate en rive gauche sont fondées sur une file de 6 pieux Ø1800mm de 24,50 m de longueur. Réalisés selon le même procédé que pour Pc1, ces pieux permettent aux deux piles d'enjamber un collecteur d'assainissement Ø1,60m. En revanche, pour ces appuis, les semelles ont une largeur identique au fût. En effet, le chantier étant encadré sur cette berge par une voie rapide et une bretelle d'accès au pont routier Saint Jean, il était indispensable de limiter la surface au sol impactée par les travaux. La mise en place de blindages (rideaux de palplanches et berlinoises au droit des collecteurs) a permis de respecter cette contrainte.

Les fûts en élévations, contrairement à celui de la pile Pc1 sont pleins pour assurer une meilleure rigidité à la pile. Ils sont réalisés en deux phases puisqu'ils sont impactés par le viaduc existant, une reprise de bétonnage toute hauteur est donc réalisée sur ces fûts.

6. LE PORTIQUE RIVE GAUCHE

Comme pour les appuis PC7 et Pc8, il présente une reprise de bétonnage longitudinale. La dalle est épaisse de 1,20 m. Le soffite est coffré traditionnellement sur étaielements alors que la rive d'ouvrage est constituée d'un coffrage perdu par tôles rappelant la géométrie des caissons de rive du pont sur la Garonne.

7. LES APPUIS EN RIVIÈRE

Au nombre de 5, les appuis en Garonne sont composés de bas en haut (figure 3) :

- de massifs de fondations semi-profondes (Bouchon béton de 8 à 10m de hauteur selon les piles),
- d'une semelle béton armée de 2 m de hauteur,
- d'une fausse levée de hauteur variable permettant d'obtenir en tête une géométrie identique pour toutes les piles
- de deux levées de 3,80m environ
- d'un chevêtre de 2,50 m.

Les piles P2, P3 et P4 ont été réalisées depuis une estacade. Large de 7m utiles et longue de 230 m environ, elle était munie de 3 épis latéraux de 30m x 10m permettant le stationnement d'une grue et le stockage de matériels et matériaux au droit de chacune des piles (Photo 2).

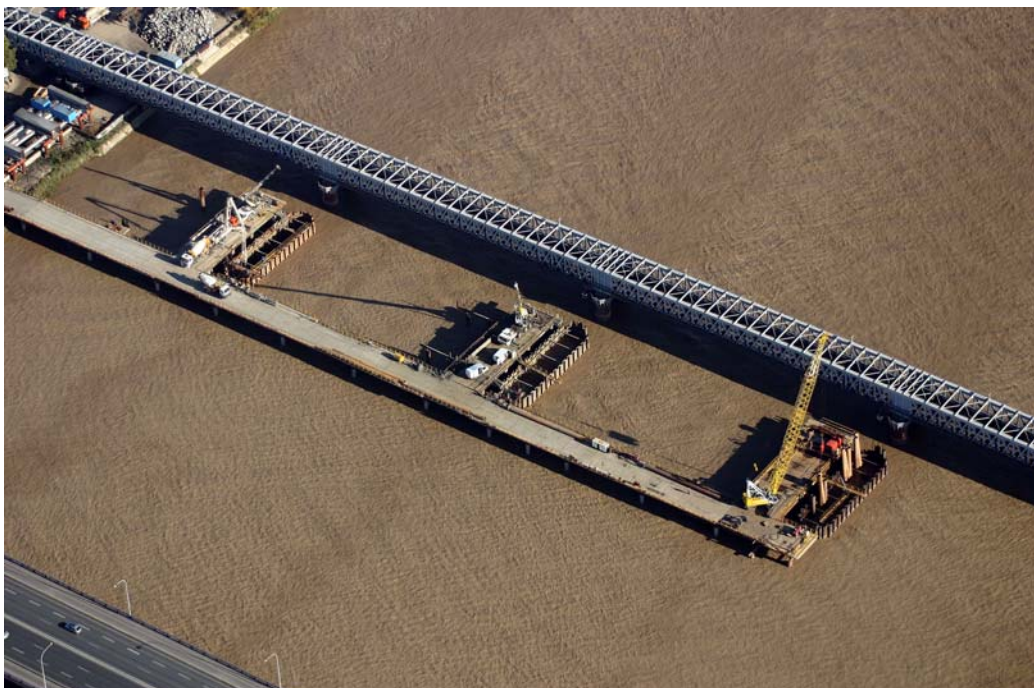


Photo 2

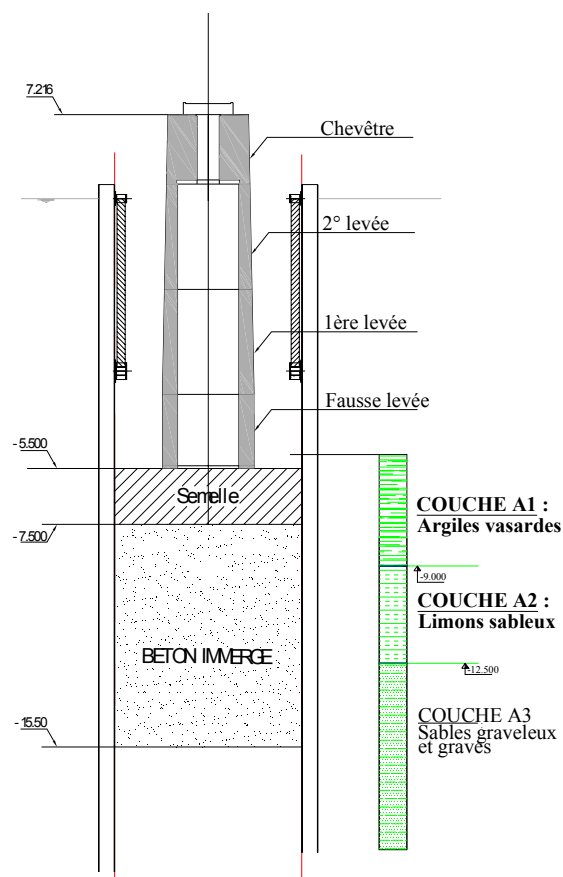


Figure 3

Les piles P5 et P6 ne pouvant être accessibles depuis cette estacade (passe navigable à conserver entre P4 et P5 pour le passage des barges transportant les pièces de l'airbus A380) et la construction d'un tel ouvrage n'étant pas envisageable depuis la rive gauche (impossibilité d'accès due à la voie sur berge), l'utilisation de moyens nautiques a été nécessaire (photo 3 – figure 4).



Photo 3

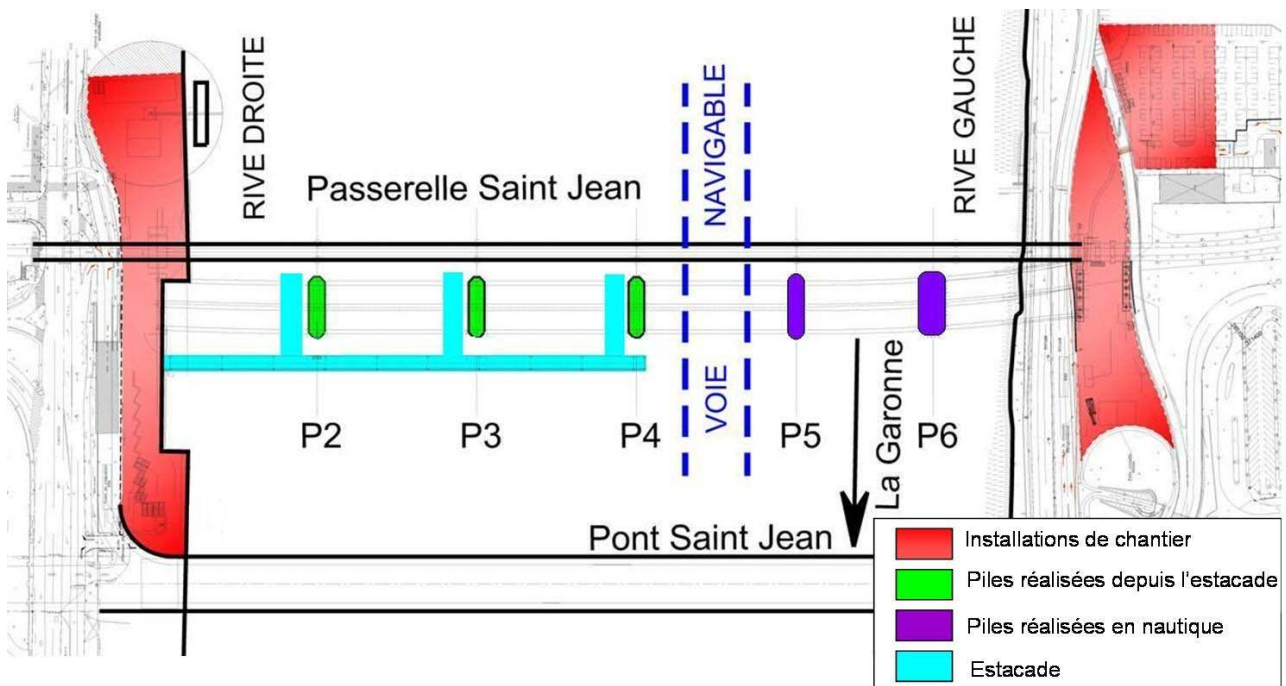


Figure 4

Afin d'assurer en complément un accès piéton et les approvisionnements de béton, une passerelle réalisée avec des éléments tubulaires d'échafaudages a été suspendue latéralement à l'ouvrage existant. 3 conduites (dont une de secours) y ont été installées et tous les bétons ont pu être pompés (sur plus de 200m pour P5) depuis la zone d'installation de chantier rive gauche. Deux mâts de bétonnage positionnés en extrémité de conduites sur les batardeaux (photo 4) permettaient d'assurer une distribution convenable du béton.



Photo 4

7.1. Les batardeaux

Pour les piles P2 à P5, les batardeaux mesurent 6,70m x 28m. La pile P6 qui est le point fixe de l'ouvrage nécessite une semelle plus large. Les dimensions sont donc adaptées en conséquence (12m x 31m).



Les batardeaux sont constitués par un rideau mixte alternant 36 pieux métalliques HZ 575 ou HZ 775 selon les piles et 36 paires de palplanches AZ26 (figure 5). Cette technique, fréquente pour une utilisation en rideaux linéaires (murs de quais...), a été utilisée pour la première fois en rideau fermé sur ce chantier. Elle permet de donner une plus grande inertie au rideau et ainsi de mieux reprendre les variations d'efforts dues au marnage (environ 5m) et aux inversions de courant. Les éléments constitutifs du rideau ont une longueur de 30 m. Ils sont battus au refus dans les marno-calcaires. La côte en tête de 5,00m NGF permet de s'affranchir des crues décennales.

Ils sont renforcés à l'intérieur par un cadrage métallique de plus de 47 tonnes, constitués de 2 niveaux de liernes et butons (photo 5) :



Photo 5

7.2. Les enrochements

Les enrochements sont de deux natures :

- blocs calcaires 50/200 kg pour les confortements des piles de la passerelle ferroviaire existante (cet ouvrage était voué à disparaître dans le cadre de l'opération)
- blocs dioritiques 100/400 kg pour les protections autour des piles du nouveau pont. La couronne de protection, sur une largeur de 4,50 m, est épaisse de 2,50m. Au-delà un talutage à 1/1 est réalisé.

Approvisionnés par l'estacade ou par chaland pour les piles P5/P6, les enrochements sont mis en place avec une grue treillis munie d'une benne preneuse (photo 3).

7.3. Les terrassements dans les batardeaux :

Les excavations dans les batardeaux sont réalisées à la grue avec une benne preneuse.

7.4. Les bouchons immergés

Un béton dosé à 350kg est mis en place par des plongeurs. La visibilité en Garonne étant extrêmement réduite voire nulle, l'intégralité du travail s'effectue au toucher.

Afin de garantir la bonne réalisation et ainsi l'intégrité des bouchons, il est nécessaire de procéder à un coulage sans interruption avec une cadence voisine de 90m³/h. Les volumes considérables de ces pièces (1500 à 3000m³) ont nécessité des bétonnages par pompage de 24 à 40h environ pendant lesquelles trois centrales (dont une centrale de secours) ont alimenté une noria de camions malaxeurs (1 camion toutes les 5-6 minutes en moyenne).

7.5. Les piles

Les semelles sont réalisées « pleine fouille » dans les batardeaux. Elles sont ferrillées en place 13 mètres sous le niveau de la Garonne (photo 6). Les fûts sont coffrés avec des banches métalliques pour les parties droites et des coffrages bois spécifiques pour les abouts (photo 7).



Photo 6



Photo 7

8. TRAVAUX PRÉPARATOIRES AUX TRAVAUX DE CHARPENTE

Ils ont été principalement de deux natures:

- Réalisation de palées provisoires sur les berges en rives droite et gauche
- Réalisation de renforcement de sols pour supporter le poids des engins de levage sur la rive gauche : mise en fiche et battage au refus de tubes métalliques couronnés de chevêtres et platelages permettant de ponter le collecteur Ø1600 qui ne tolère que 7mm de flèche et donc de tassement.



9. LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

9.1. Géométrie

En coupe transversale (figure 2), les membrures caissons sont extérieures au gabarit des circulations ferroviaires. Elles sont reliées par des pièces de pont régulièrement espacées (3.50m) en partie basse du tablier (extrémités et mi-travées) ou en partie intermédiaire (sur appuis). Les pièces de pont supportent des rails en sous face pour porter des nacelles de visite.

Les caissons latéraux ont une hauteur de 2.77m en travée variable jusqu'à 4.5m au droit des appuis en rivière. L'âme extérieure de ces caissons est inclinée avec un fruit constant, ce qui induit une variation de semelle inférieure dans les zones à hauteur variable.

Le caisson central est de forme rectangulaire, à hauteur variable entre 2.57m et 4.30m.

Au droit de chaque pièce de pont, un diaphragme transversal encastre les pièces de pont sur les caissons et raidi en torsion ces derniers. Un trou de visite équipé d'échelles permet la circulation dans l'ouvrage.

Les pièces de pont transmettent les charges verticales de la dalle vers les membrures. Elles sont de hauteur constante (760mm) avec un moignon de hauteur et largeur variables à l'encastrement. La variation de hauteur permet de loger les rails support de nacelle sans dépasser l'intrados des membrures.

9.2. Aciers de l'ouvrage :

Ils sont pour les zones courantes de nuance :

- $e \leq 30\text{mm}$ S355K2G3
- $30\text{mm} < e \leq 80\text{mm}$ S355N
- $e > 80\text{mm}$ S355ML

et pour de nombreuses zones d'appui ou milieu des travées de rive en nuance :

- $e \leq 50\text{mm}$ S460M
- $e > 50\text{mm}$ S460ML

Les âmes intérieures des caissons sont en classe Z25 voire Z35 pour les caissons sur appuis de culées PC1 et PC7.

Les épaisseurs de semelles varient entre 60 et 120mm, celles des âmes entre 24 et 40mm et celles des diaphragmes entre 30 et 100mm.

La masse totale de l'ouvrage métallique est de 8000t environ.

9.3. Protection anticorrosion

Le système de protection anticorrosion de type C4ANV, est constitué de 3 couches dont la première est riche en zinc.

En atelier, après un grenaillage DS3, hors joints de chantier, il est fait application des couches primaires et intermédiaires.

Les âmes extérieures des caissons de rive ainsi que leur semelle inférieure et la semelle inférieure de la membrure centrale reçoivent la couche de finition sur la plateforme avant expédition.

L'intérieur des caissons reçoit une couche de primaire.

Des déshumidificateurs sont placés à chaque extrémité des caissons sur culées Pc1 et Pc7.

9.4. Mise sur appuis

Les appareils d'appui sont posés avant bétonnage du hourdis.

9.5. Fabrication

Elle est exécutée dans l'usine EIFFEL à Lauterbourg.

Les membrures extérieures sont tronçonnées en 25 caissons unitaires de longueur comprise entre 15 et 21m.

La membrure centrale est tronçonnée en 37 caissons de 8 à 15m.

Les masses unitaires de ces caissons restent inférieures à 90t pour des questions de manutention dans les ateliers.(photo 8)

Après traitement anticorrosion, les caissons unitaires sont transportés par un engin multi-essieux sur une plateforme extérieure aménagée pour recevoir l'assemblage en travée complète de chaque membrure. Deux travées sont assemblées à la file (photos 9) avant d'être transportées par kamags vers le port de Lauterbourg pour expédition ou pour stockage intermédiaire en attente du convoi fluvio-maritime.

Les contrôles géométriques de chaque tronçon en fabrication sont faits par comparaison des valeurs théoriques en DAO aux valeurs relevées. Des surlongueurs à recouper sur un tronçon par travée ont été vite abandonnées au vu des bons résultats géométriques et de présentation des joints obtenus lors de l'assemblage sur plateforme.



Photo 8



Photo 9

9.6. Transport

Il s'est déroulé suivant différentes étapes, par convois routiers dès l'été 2006 côté rive gauche, au-dessus de la rocade pour 5 tronçons puis, 3 tronçons en rive droite en automne 2006 avant les grands transports fluvio-maritimes à compter de mars 2007.

Un transfert de la plateforme d'assemblage en usine jusqu'au port de Lauterbourg, des membrures constituées en longueur de travée (maxi 80m) et de masse comprise entre 350 et 520t, permet le chargement RORO sur un ponton maritime ballastable d'une travée complète. (photo 10 – figure 6).



Photo 10

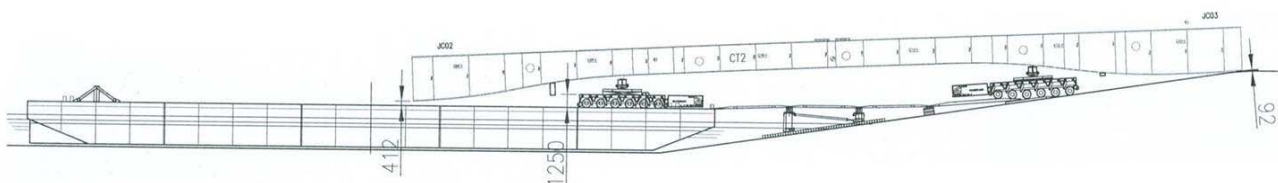


Figure 6

Un tour de France (figure 7) qui commence par la descente du Rhin jusqu'à Rotterdam, puis par la mer du Nord, la Manche avant de contourner Brest pour remonter la Garonne se termine par un passage des plus délicat sous le Pont de Pierre. Le ponton de transport de dimensions 65 x 17 x 4m est dimensionné pour accepter des creux de 1.5m à une vitesse de 5 nœuds. Cinq jours sont nécessaires pour la descente du Rhin et six jours de mer sous bonnes conditions permettent de rejoindre Bordeaux. Des ports refuges sur le parcours à moins de 10h de navigation permettent de s'abriter par mauvais temps. Le plus long voyage en mer se sera déroulé en juin /juillet sur une période de 24 jours. Le ponton de transport devant remonter pour chercher la travée suivante, la gestion des rotations et donc du planning général en est devenu critique.



Figure 7

Le passage sous l'arche 9 du Pont de Pierre (photo 11) s'effectue avec deux remorqueurs sous d'importantes contraintes. Dix minutes de passage sur une fenêtre de vingt minutes, permettent aux pilotes du port de faire franchir au convoi, après de nombreuses études de mise au point, la dernière difficulté du transport.(photo 12)

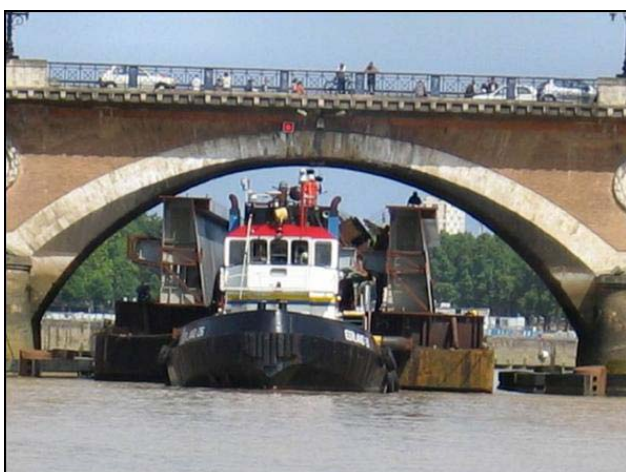


Photo 11



Photo 12

9.7. Montage

Pour permettre la réalisation en parallèle des voies d'accès et de raccordement à l'existant et à la gare, les opérations de montage se déroulent en trois phases successives.

Une plateforme renforcée côté rive gauche qui chevauche le collecteur de diamètre 1600mm de la Lyonnaise des eaux a permis l'installation d'une grue chenille super lift de 800t pour anticiper la mise en place après assemblage au sol de 30ml de membrures centrale et aval. (figure 8)

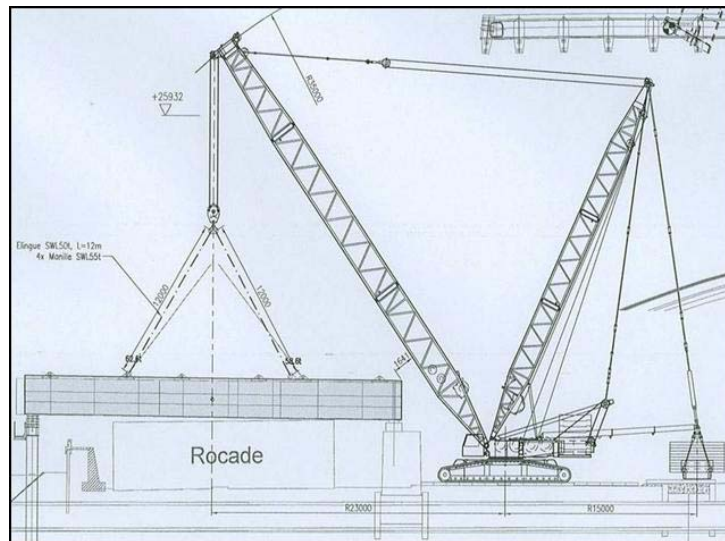


Figure 8

Ces membrures reposent sur la pile-culée Pc7 (photo 13) et sur des palées provisoires fichées en rive de Garonne. La membrure amont en conflit avec la structure de l'ancien ouvrage ne sera posée qu'à l'automne 2008 après le basculement de la circulation ferroviaire sur les voies aval du nouveau pont. Cette opération ne pourra s'effectuer qu'après dépose de la travée de rive de l'ouvrage existant.



Photo 13

A la suite de cette première opération, côté rive droite, les premiers tronçons en appui sur la culée Pc1 et sur des palées provisoires ont été posés avec une grue télescopique de 400t courant octobre 2006 pour permettre la réalisation du raccordement côté viaduc de la Souys.

Vient ensuite la pose en rivière des travées complètes par trois membrures de plus de 80m pour certaines, qui arrivent de Lauterbourg par voie fluviale puis maritime. Le convoi le plus lourd représente un poids d'ossature de 1200t, plus long, plus large, plus haut que les éléments de l'airbus et il emprunte la même passe navigable encadré par un pousseur de 800CV et un remorqueur de 1900CV.

Une étude approfondie de ce passage sous le Pont de Pierre par le Port Autonome de Bordeaux, nous a imposé un passage à marée basse et à contre courant de la Garonne, assisté par deux pilotes du port.

Un ponton ballastable de 65 x 19.5 x 6 m (figure 9), prisonnier pendant la durée du chantier entre les ponts Saint Jean et la passerelle SNCF, est équipé d'une chèvre de levage orientable munie d'un vérin avaleur de câble de capacité 650t. (photos 14 et 15)



Photo 14



Photo 15

La continuité des poutres est assurée après réglage fin de la géométrie d'ensemble et un calcul d'inclinaison de la membrure pour obtenir une présentation de joint parfaite en fonction des chargements et donc des déformées des travées précédentes. Toutes les soudures sont contrôlées par ultra-sons, avant mise en place des pièces de pont à l'aide d'un portique roulant sur la membrure.

Après achèvement des soudures, le complexe anti corrosion est reconstitué

10. LES HOURDIS TPE

Ils sont constitués par des poutrelles HEA 200 (14 sur la largeur de chaque dalle) noyées dans une épaisseur de béton armé de 25 à 35 cm. Un coffrage perdu Duripanel® (plaques de ciment et fibres bois) permet de combler les vides entre poutrelles. Un ferrailage transversal est disposé dans les percements d'âmes des poutrelles prévus à cet effet.

La conception de l'ouvrage avec poutres-caissons latérales ne permet pas l'enfilage des aciers transversaux dans les poutrelles. Une aire a été aménagée pour procéder à la préfabrication sur 2 gabarits de paniers de 7m de longueur (2 intervalles de pièces de pont). Une grue à tour LIEBHERR 280 EC-H 12 Litronic fondée sur 4 pieux battus au refus permet, outre la manutention des poutrelles pour la préfabrication, d'approvisionner les paniers (128 au total) sur le tablier au niveau de la pile Pc1. Ils sont ensuite repris et transportés jusqu'à leur position finale par des portiques roulant sur les caissons (photo 16).



Photo 16

Des outils spécifiques ont été conçus pour assurer le maintien et la non-déformabilité des paniers pendant les opérations de levage et transport. Ils sont composés de trois filières métalliques supportant des griffes pinçant les profilés. L'assemblage des paniers sur les pièces de pont est réalisé par boulons HR ou HRC. Des nacelles de chantiers suspendues sous l'ouvrage et pouvant se translater de Pc1 à la berge rive gauche sont utilisées.

Une fois les paniers mis en place, le ferrailage inférieur est achevé (mise en place des tirettes et préfabrication des armatures des relevés latéraux) et la nappe supérieure est assemblée en place. Le bétonnage est réalisé par plots de 42 m de longueur (photo 17). L'avancement entre la dalle amont et la dalle aval ne peut excéder 21m pour limiter les effets du retrait sur la structure. Les bétons ont été pompés depuis Pc1 jusqu'à P6 (sur 350m environ). La travée P6-Pc7 est réalisée depuis la rive gauche. Deux relevés latéraux en béton sont construits ensuite.



Photo 17

La répétition des tâches a permis de tenir des cadences élevées

- Préfabrication et pose de 3 paniers par jour en moyenne
- Ferrailage / bétonnage d'un plot de 42m tous les deux jours
- Coffrage / Bétonnage des relevés jusqu'à 77m/jour.

Les dalles béton sont protégées par une étanchéité. Le complexe mis en œuvre est composé d'une chape mince d'étanchéité (Sopralen Flam Antirock P) protégée par une contrechape lourde (3cm de BBM 0/6mm). Une protection par peinture anti UV est appliquée dans les zones non recouvertes à courte échéance par le ballast.

11. LES ÉQUIPEMENTS

Un devers unique de 1% est réalisé sur chaque hourdis. Il conduit les eaux de surfaces vers des avaloirs permettant l'évacuation dans un collecteur PEHD Ø250mm suspendu sous le tablier.

Les équipements ferroviaires nécessaires à la bonne exploitation de l'ouvrage sont ensuite disposés caniveaux pour câbles simple et double alvéole, marches d'accès, pieds de poteaux caténaires. Un joint garde ballast est mis en place en Pc1 (souffle de 35cm) et deux joints couteaux sous-ballast sont disposés en Pc7 et Pc8.

Des corniches identiques à celles utilisées sur les viaducs d'accès sont disposées sur les caissons latéraux (au dessus des berges uniquement) et sur le portique pour assurer une continuité architecturale avec les ouvrages d'accès.



12. LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'Ouvrage : Réseau Ferré de France (R.F.F)
Assistant Maître d'Ouvrage : SETEC TPI et TERRASOL

Groupement d'entreprises et Maîtrise d'œuvre :

- Génie Civil : EIFFAGE TP (Mandataire)
- Charpente : EIFFEL
- Pieux : SPIE FONDATIONS
- Ingénieries : SNCF(IGOA) et BE GREISCH
- Architectes : DUVAL et DE GIACINTO

Etudes hydrauliques : CNR
Etudes de sol : FONDASOL
Etudes d'exécution GC : ARCADIS Lyon
Etudes d'exécution CM : BE GREISCH
Réalisation de l'estacade : LEDUC
Réalisation des batardeaux, terrassements, enrochements : LEDUC / BALINEAU
Armatures : SAMT
Bétons : UNIBETON
Levages spéciaux et transport : SARENS / SMIT
Peinture Charpente : BORIFER
Joints Garde Ballast / Sous Ballast : ETIC
Etanchéité : EUROVIA

13. LES PRINCIPALES QUANTITÉS

Béton des piles : 21000 m3 dont 10000 m3 pour les bétons immergés
Aciers HA : 1500 tonnes
Pieux forés (Ø1500 ou Ø 1800) : 600 ml
Charpente métallique : 7950 tonnes (Tour Eiffel : 7300 t)
Métal d'apport pour soudures : 65 tonnes
Boulons HR : 14500 u
Batardeaux : 2300 tonnes d'acier
Terrassements dans les batardeaux : 11000m3
Enrochements : 20000 tonnes
Etanchéité : 8400 m²