

17 juin 2010 à Lyon Le viaduc de la Côtière (A432)

Jeudi 17 Juin 2010 s'est tenue la journée technique consacrée au Viaduc de la Côtière de l'opération A432. Cette journée a été organisée par la Délégation Rhône-Alpes de l'Association Française de Génie Civil (AFGC-RA) - en collaboration avec Construiracrier, le Maître d'ouvrage APRR et le Groupement Vinci Construction France

Cette journée fait suite aux conférences organisées le 22 avril 2009 à l'Insa de Lyon sur le même sujet.

Le viaduc de la Côtière de 1210 mètres de long, portant 6 voies de circulation, va permettre à l'actuelle autoroute A432 qui contourne l'aéroport de Saint-Exupéry, de franchir un dénivelé de plus de 40 mètres et accéder ainsi au plateau de la Dombes.

Cet ouvrage s'intègre dans le contournement Nord-Est de l'agglomération lyonnaise qui reliera dès l'année 2011, l'autoroute A40 (Lyon-Genève) à l'autoroute A6 au Nord de Lyon.

Le Maître d'Ouvrage APRR (Autoroutes Paris Rhin Rhône) a confié la réalisation du viaduc, au groupement Vinci Construction France (Dodin Campenon Bernard / GTM TP Lyon), qui s'est associé ensuite aux charpentiers Eiffel et Vicyor Buyck, dans le cadre d'un marché en conception-réalisation.

Rappel du programme

9h00 : Accueil des participants à l'hôtel Lyon Est

9h15 : Ouverture : allocutions de bienvenue

Jacques Martin, EGIS Route/AFGC - Président de la délégation Rhône-Alpes
Michel Royer-Muller - Construiracrier

9h30 : Présentation Générale du projet A432, contournement Est de Lyon.

Philippe de Béchevel - APRR - DGIC2 - Conducteur de l'Opération A432

9h45 : Retours d'expérience (REX) des marchés de conception-réalisation,

Dominique Quivy - GTM TP Lyon,
Frédéric Manuel - EGIS JMI,
Jean-Yves Sablon - SETEC

10h15 : Les études architecturales et l'intégration paysagère

Christophe Chéron - Architecture et Ouvrages d'Art
Didier Courtemanche - Paysage Plus

10h30 : Etudes d'exécution du tablier métallique

Pierre Keusch - Eiffel

11h00 : La construction du tablier métallique

Jacquy Wittmer - Eiffel

11h15 : Discussion - Pause

11h30 : Les fondations et les appuis du viaduc

Laurent Bastard-Rosset - GTM TP Lyon

12h00 : La construction de la dalle béton du tablier mixte

Stéphane Carrer - Dodin Campenon Bernard

12h20 : Discussion

12h40 : Déjeuner sur place

14h30 : Départ pour la visite du chantier en car avec tous les intervenants

17h00 : Fin de la visite.

Présentation de la journée

La journée a débuté par l'accueil des participants, suivie de 9h00 à 12h30 par les conférences des différents acteurs du projet, résumées ci-après. Elle s'est terminée par la visite du chantier de 14h30 à 17h00. Une des réussites de cette journée appréciée de tous a été la bonne tenue du planning.

Après le déjeuner convivial au restaurant « Le relais de Genève », les participants ont pris place dans un bus pour la visite du chantier du Viaduc, situé à quelques kilomètres de là. Cette visite a été l'occasion de concrétiser les discussions de la matinée.



Une succession de conférences de qualité pour mieux approfondir le projet

Rappel des conférences

L'ouverture de la journée

Le coup d'envoi des conférences a été donné par Jacques Martin, président de la délégation Rhône-Alpes de l'AFGC, qui a dévoilé le déroulement de cette manifestation et présenté les différents intervenants. Jacques Martin a présenté l'AFGC, qui permet aux Ingénieurs, aux Architectes, aux Entrepreneurs, aux Chercheurs, aux Professeurs, mais aussi aux Etudiants

et plus généralement à toute personne passionnée par le monde de la construction, de se rencontrer et d'échanger transversalement autour du Génie Civil ; « La connaissance et le savoir ne se justifient que si on les partage avec les autres », disait Sénèque. Il est ensuite revenu sur les manifestations organisées par l'AFGC lors des trois dernières années et a présenté le programme 2010.

Michel Royer-Muller a ensuite présenté l'association Construir'acier, qui promeut et développe la construction métallique dans le secteur du BTP. L'association a pour missions de faire connaître les solutions constructives en acier et leurs avantages, de soutenir et amplifier l'enseignement de la construction métallique et de renseigner et orienter les utilisateurs pour la réalisation de leurs projets en acier. Construir'acier organise des visites de chantiers et des journées techniques, un concours annuel pour les étudiants sur la construction métallique et la publication de revues techniques.

La présentation de l'opération A432

Philippe de Béchevel, APRR, Conducteur d'opérations du projet A432, a débuté sa présentation en faisant un historique de l'autoroute. Le projet présenté est le 3ème et dernier tronçon de l'A432. Le 1er a été conçu pour joindre l'aéroport Lyon Saint Exupéry à l'autoroute A43 au Sud ; il a été ensuite prolongé au Nord par le 2ème tronçon, qui joint l'A42. Le projet consiste donc à joindre l'A432 et l'A46 au niveau de la RD 38 (Mionnay). Il doit répondre aux objectifs suivants :

- alléger et fluidifier le trafic sur l'A432, l'A42 et l'A46,
- désengorger le nœud des îles,
- faciliter les relations Nord / Est de l'agglomération Lyonnaise. Le trafic attendu est de 15 000 véhicules jour.

Ce projet autoroutier est long de 12 km, dont un peu plus de 1000 m pour le Viaduc de la Côtière ; c'est un tracé neuf de 2x2 voies.

Le financement est exclusivement assuré par APRR (excepté au niveau du demi-diffuseur de Mionnay où le Conseil Général de l'Ain prend en charge 20% du financement du projet). Le coût total de l'opération est de 230 M€ HT, dont 75 M€ HT pour le viaduc.

Ce projet présente plusieurs difficultés techniques : le viaduc lui-même, ainsi que deux chantiers importants à réaliser sous circulation : les raccordements au niveau de l'A46 et A42/A432.

Une vingtaine d'ouvrages courants (passage à faune, etc.) ont été réalisés. L'extension d'une gare de péage a par ailleurs été requise. Enfin, les délais sont courts, seulement 3 ans sont passés depuis la déclaration d'utilité publique, fin 2007. Les travaux ont débuté en octobre 2008 pour un achèvement prévu fin 2010 - début 2011.

Il a ensuite présenté le Viaduc de la Côtière par ses grandes caractéristiques : un tablier mixte de 1 210 m

Les manifestations régionales

de long, décomposé en 2 tabliers jumeaux, repérés Est et Ouest, d'une largeur totale de 30 m, 16 travées de 43 à 88 m de portée, 17 appuis (2 culées d'extrémité et 15 piles de 14 à 41 m de hauteur).



Plan de situation (APRR)



Vue du tracé du viaduc en rampe, en courbe et contre-courbe

M. de Béchevel a conclu sa présentation en remerciant tous les acteurs de ce projet. Il a tenu à souligner que leur implication au sein du groupement retenu a été la clé de la réussite de ce marché en conception-réalisation. Il a ensuite laissé la parole à Dominique Quivy pour présenter un retour d'expériences (REX) sur ce type de nouveaux marchés.

Les retours d'expériences (REX) des marchés de conception-réalisation

Entouré de Frédéric Manuel (EGIS JMI) et de Jean-Yves Sablon (SETEC), Dominique Quivy (GTM-TP Lyon) a abordé le sujet des marchés en conception-réalisation, apparus au début des années 2000,

présentés comme une réponse adaptée à des projets complexes.

- La complexité peut être technique : il a pris l'exemple du Viaduc de Monestier sur l'opération A51 et du pont levant de Bacalan-Bastide à Bordeaux où l'approche en conception-réalisation est un des facteurs de réussite.
- La complexité peut résider dans la réduction des délais : la conception-réalisation permet d'effectuer les phases « amont » en parallèle pour répondre à ce défi : Avant-Projet Sommaire (APS), Etude Préliminaire d'Ouvrage d'Art (EPOA), Avant-Projet d'Ouvrage d'Art (APOA).
- Le problème posé par la gestion des coûts : il a insisté pour que d'autres critères de consultation interviennent dans ce type de projet. Pour le Viaduc de la Côtière, ces critères étaient le prix (40 %) ainsi que les aspects technique (30 %) et esthétique (30 %).

Jean-Yves Sablon a ensuite pris la parole, en sa qualité d'Assistant au Maître d'Ouvrage (AMO) sur ce projet. Il a lui aussi souligné le fait que les marchés en conception-réalisation sont adaptés pour des projets alliant complexité technique et tenue des délais, tout en précisant qu'il y a un véritable besoin d'avoir un arbitrage fort entre coûts et délais. Les études ont été menées aux Eurocodes qui ne sont pas encore totalement finalisés. Ces hypothèses auraient pu être source de problèmes potentiels avec un marché de type conception-réalisation. Jean-Yves Sablon a cependant indiqué qu'il n'y avait pas eu de problèmes majeurs sur ce point. Frédéric Manuel a complété cette intervention en expliquant que malgré des zones de flou réglementaire, la bonne communication avec l'AMO (SETEC), a permis de lever les doutes en s'accordant sur les textes réglementaires à prendre en compte, voire d'imposer la règle si nécessaire et prendre la responsabilité de fournir les données (cas des séismes). Il a aussi mis en évidence le fait qu'un bon pré-dimensionnement fiable et abouti permet une bonne maîtrise des coûts et d'engagement.

Un point délicat des marchés en conception-réalisation qui a été souligné par la suite : les contrôles extérieurs, car le Maître d'œuvre est intégré à la réalisation. Il y a un risque de programmer le contrôle avant la conclusion du marché. La solution proposée est que le Maître d'œuvre doit prendre part à l'élaboration des contrôles, et adapter ceux-ci au cas par cas. Sur ce projet, l'AMO a alors ainsi défini son rôle : s'assurer que le Maître d'œuvre joue son rôle sans se substituer à lui, tout en effectuant des contrôles, sous forme d'audits ponctuels.

Pour conclure sur le problème posé par les contrôles, les trois intervenants se sont accordés pour dire que le fonctionnement des conception-réalisation est variable suivant les projets, donc que ces questions doivent se traiter au cas par cas. Une solution pour éviter les redondances entre contrôle externe et contrôle interne est de bien cibler les demandes du maître d'ouvrage, et

Les manifestations régionales

de faire en sorte par la suite que chacun respecte bien son rôle et ses obligations.

Le REX sur les marchés en conception-réalisation a ensuite abordé la question de la rémunération forfaitaire. Pour ce sujet, c'est Frédéric Manuel qui s'est appuyé sur l'exemple du pont Bacalan-Bastille de Bordeaux. Même si ce type de rémunération peut ne pas paraître approprié pour ce type de marché, elle se justifie par le fait que les études complexes et poussées du projet sont situées après la passation du marché, il y a donc un besoin de liberté en cas de difficulté technique et par conséquent d'adaptation du projet. De ce fait, la rémunération forfaitaire laisse la possibilité de mettre à jour le contrat en s'appuyant sur des arguments valables.

Dominique Quivy a conclu ce retour d'expérience en posant le constat suivant : à ce jour, les marchés de conception-réalisation n'ont donné lieu qu'à des réussites. Selon lui, ce succès ne peut être envisagé que si deux conditions sont satisfaites :

- la bonne communication entre tous les acteurs du projet,
- la complémentarité des critères de l'esthétique, de l'intégration paysagère source de recherche technique, puis d'optimisation de coût.

Les études architecturales et paysagères ont alors été abordées par Christophe Chéron - Architecture et Ouvrage d'Art (A.O.A.) - et Didier Courtemanche - Paysage Plus.



La conception architecturale et paysagère du Viaduc de la Côtière

Christophe Chéron a présenté la démarche du cabinet d'architecture A.O.A. pour dessiner le viaduc. Avant de le concevoir, il est nécessaire d'étudier le site de la Côtière dans lequel l'ouvrage doit s'insérer. Si la Côtière est un élément caractéristique du paysage, qui a déterminé l'histoire du territoire, le viaduc LGV est devenu aussi un élément de référence prépondérant, coupant orthogonalement la Côtière. Dans ce contexte, quatre enjeux auxquels doit répondre la conception du viaduc ont été établis :

- faire vivre les viaducs côte-à-côte,
- identifier clairement deux moyens de transport différents,
- accompagner la RD1084, axe majeur du développement urbain,
- préserver la Côtière comme élément fondateur du territoire.

Pour satisfaire ces objectifs, Christophe Chéron a expliqué que les viaducs doivent d'une part être différenciés, mais d'autre part un ensemble harmonieux à l'échelle du territoire.

Ainsi, Christophe Chéron a proposé les formes courbes des piles du Viaduc de la Côtière par opposition à la verticalité et l'angulosité des piles de la ligne LGV.

L'architecte s'est appuyé sur des exemples historiques tels les réalisations de Le Corbusier et le Duomo de Florence. L'autre opposition réside dans les couleurs, où le rouge de la charpente métallique fait face à la monochromie grise de l'ouvrage de la ligne LGV. Le rouge été choisi car c'est le contre point du vert qui représente la nature.



La répartition des travées

Le problème posé par la cohabitation des deux ouvrages s'est posé en particulier au niveau de la RD1084. Ainsi, A.O.A. a choisi d'aligner les piles du Viaduc de la Côtière avec celles du Viaduc LGV (les longueurs de travées sont égales). Ceci évite d'alourdir et de saturer le paysage par une accumulation de piles, mais ceci n'est vrai qu'au dessus de la RD1084. En effet, comme le viaduc de la Côtière plonge plus rapidement, il a été nécessaire de raccourcir la longueur des travées pour garder une proportion harmonieuse entre la hauteur des piles et leur espacement.

Les grandes lignes du dessin du Viaduc de la Côtière ayant été énoncées, Christophe Chéron a laissé la parole à Didier Courtemanche pour qu'il expose les éléments clés de l'intégration du viaduc dans le paysage de la Côtière.

Celui-ci a dressé le même constat de départ tout en rajoutant le fait que ces deux viaducs viennent «casser» le développement urbain longitudinal à la Côtière que celui-ci avait imposé. C'est cette transversalité à la plaine qui place ces deux viaducs en éléments de référence du paysage. Il a expliqué ensuite que la démarche d'insertion paysagère doit se focaliser sur deux des enjeux cités par Christophe Chéron : faire vivre les ouvrages côte-à-côte et préserver le site de la Côtière. C'est ainsi qu'est venue l'idée de créer un voile

arboré entre les deux Viaducs et y développer un espace de détente. Pour la préservation de la Côtière, il a été établi la nécessité de recoudre la couverture boisée et d'y valoriser la découverte du paysage. En ce sens, les pistes d'accès au chantier seront reconstituées en chemins de promenade, et un belvédère sera créé offrant un point de vue remarquable sur toute la vallée. Il fallait de plus créer un « accostage en douceur » pour ne pas laisser une ouverture béante sur la Côtière.



Un accostage en douceur

Didier Courtemanche a par la suite insisté que son rôle de paysagiste l'oblige à penser ce projet en se projetant à 10 ou 15 ans, et donc à être patient. Ainsi, les

aménagement paysagers vont se magnifier avec le temps. C'est notamment le cas de la coulée verte située entre les deux viaducs qui a pour objectif non pas de les masquer, car ce serait impossible, mais de les faire vivre ensemble dans le temps. Le choix des végétaux s'est donc fait dans un souci de remise en état rapide du territoire mais avec la préoccupation principale de leur intégration et développement futur, pour offrir ainsi un rendu final répondant aux attentes. Les protections végétales autour des piles sont de forme géométrique pour marquer le fait que cet espace appartient au viaduc et s'oppose donc à la nature. Des plantations basses ont été ici choisies par volonté de discrétion.

Didier Courtemanche a conclu sa présentation en nous offrant une comparaison entre le projet initial et son adaptation lors de la réalisation. Il a souligné le fait que même si des changements inévitables ont eu lieu, l'idée générale a été conservée. Par exemple, au niveau de l'une des culées, le mur de soutènement initialement prévu a été remplacé par un talus, ce qui a affecté de manière positive le projet car le talus offre une intéressante surface végétalisable. Concernant la coulée verte dans sa partie centrale, il y a eu divers changements, mais là aussi l'idée de son rôle de liaison entre les deux ouvrages reste inchangée.

Les études d'exécution et la construction du tablier métallique

Après une courte pause, les sujets techniques ont été abordés par le charpentier Eiffel, sous-traitant du groupement Vinci construction France. Pierre Keusch et Jacquy Wittmer ont présenté les études et la fabrication de la charpente métallique du Viaduc.

Pierre Keusch a d'abord précisé qu'Eiffel a mené les études d'exécution et de montage du tablier et a construit le tronçon Ouest tandis que Victor Buyck a construit le tronçon Est. Il a ensuite abordé le dimensionnement de la charpente, en présentant ses principales caractéristiques : 2 tabliers bi-poutres mixtes avec entretoises, la hauteur des poutres est de 3,25 m depuis la culée Nord jusqu'aux 3/4 de la longueur du viaduc puis varie linéairement jusqu'à la culée Sud de 3,25 m à 1,80 m. L'entraxe des poutres est de 7,20 m et la charpente du tablier représente environ 8600 t d'acier. Cela représente un coût de ce lot de 23 M€.

Les études de la charpente métallique du viaduc de la Côtère présentent quelques particularités, intéressantes :

- les calculs ont été menés suivant les Eurocodes, alors que certains articles de l'Eurocode 3 n'étaient pas encore arrivés à maturité (telle la vérification à la fatigue) ;
- C'est un ouvrage en « S », présentant donc deux courbures circulaires, sans clothoïde ;
- Le tablier est lancé depuis les deux culées ;

- Pour éviter une interruption du trafic sur la ligne SNCF passant sous le viaduc, le tablier a été lancé avec les dalles préfabriquées devant se situer au-dessus de la ligne SNCF déjà en partie clavées sur le tablier. Cela a donc eu une influence non négligeable sur les calculs.



Le jeu des courbures sans clothoïde !!

Pierre Keusch a ensuite souligné plusieurs avantages des Eurocodes 0, 1 et 3, notamment une approche des charges plus réaliste car mêlant charges réparties et convois, et permettant aussi d'aller jusqu'à la plasticité des matériaux dans les calculs. Ceci a permis de limiter le raidissage sur les piles du fait de l'interaction du moment fléchissant et de l'effort tranchant. Suite à une question posée, Pierre Keusch a confirmé que les calculs menés aux Eurocodes permettent alors un gain de matière au niveau des piles, alors qu'en traversée les résultats obtenus avec l'ancien règlement sont similaires. L'absence de raidisseurs longitudinaux anti-voilement va aussi dans le sens du gain de matière.

Jacquy Wittmer a ensuite pris le relais de Pierre Keusch pour détailler la fabrication des poutres métalliques.

La fabrication des poutres s'est déroulée de janvier à novembre 2009. Le transport de l'usine de fabrication à Lauterbourg au chantier s'est fait en 2 jours par convoi exceptionnel. L'élément transporté le plus lourd pesait 76 t et le plus long mesurait près de 30 m. L'assemblage des tôles a nécessité 18 t de soudures. Le montage sur le chantier a été réalisé en parallèle pour les deux tabliers (moins d'un mois d'écart). L'assemblage sur chantier des tabliers a eu lieu de mars 2009 à avril 2010, nécessitant 7,3 t de soudures.

Jacquy Wittmer a ensuite présenté le système permettant le lancement du tablier côté Est. Les deux charpentiers ont retenu deux méthodes différentes : Eiffel a choisi une solution constituée d'un treuil de traction de 25 t secondé par un treuil de retenue de 20 tonnes pour des raisons de sécurité, tandis que Victor Buyck a opté pour des vérins avaleurs de câble piloté par ordinateur. Autre différence, Eiffel lance le tablier sur des chaises de lancements, c'est-à-dire que le tablier est lancé plus haut que sa hauteur définitive, alors que Victor Buyck lance à la hauteur quasi définitive. Un avant-bec de profil parabolique a pour ce faire été utilisé. La rampe est de 4%, et le poids maximal lancé est de 4 300 t. Jacquy Wittmer a précisé que l'effort de traction à fournir attendu était de 290 tonnes, mais il s'est révélé être inférieur, à 240 t. En utilisant une interface téflon / acier au niveau des chaises de lancement, plutôt que la solution chaises-galets, les efforts de mouflage ont été divisés par 2. Le coefficient de frottement au niveau de l'interface a été estimé à 1,5 % plutôt que 3 à 4 % usuellement.



Fabrication à l'usine de Lauterbourg (Eiffel) des poutres métalliques

Au niveau de la culée Nord, Eiffel a procédé de même qu'au Sud, avec une pente de 6 %, 1 200 t de poussée maximale et une chaise de lancement sur la culée de 4,5 m.



Vérins avaleur de câbles (V. Buyck)

L'une des caractéristiques de ce chantier reste les dispositions adoptées au niveau des appareils d'appuis qui font l'interface entre le tablier et les piles. Ils ne sont pas horizontaux, mais parallèles à la pente pour éviter les effets de décollement possibles dus à la pente. Jacquy Wittmer a conclu avec le sujet de la peinture, de couleur rouge pourpre, dont 2 couches du complexe sont appliquées en atelier et les reprises et la finition de couleur rouge pourpre sont effectuées sur le chantier. Le tablier représente une surface de 60 000 m² peinte.

Les charpentiers ont enfin ajouté qu'au départ, ils se sont mis dans une situation de concurrence, pour que chacun développe ses propres méthodes, cette optimisation des moyens et des méthodes a permis un REX intéressant.

Les conférences se sont poursuivies par la présentation des fondations et des appuis, et de la préfabrication-pose des dalles BA du tablier, respectivement par Laurent Bastard-Rosset (GTM TP Lyon) et par Stéphane Carrer (Dodin-Campenon Bernard).

Les fondations et les appuis du viaduc

Laurent Bastard-Rosset a commencé par présenter la coupe géologique du site : étant situé dans la plaine du Rhône, la 1ère couche est constituée d'alluvions fluviales, mais les piles viennent reposer sur le substratum mollassique par des pieux. Il y a 8 à 12 pieux par pile, d'une longueur de 23 à 34 m, pour une longueur totale de 4 000 m, et un volume de béton de 7 300 m³. Le ferrailage a une densité de 55 kg/m³ de béton. Les pieux sont forés tubés, le béton utilisé est un béton 30/37. Lors du forage des pieux, il a fallu garder l'eau en charge pour contrer l'artésianisme de la molasse. Au final, la résistance des pieux provient du frottement latéral (~70 %) et de la résistance de pointe (~30 %).

Sur ces pieux viennent reposer les semelles de chaque pile, de géométrie carrée allant de 12 à 14 m de côté. Le ratio de ferrailage est de 120 kg/m³ de béton avec du béton 35/45. Ce ratio de ferrailage relativement faible est dû à la faible action de séisme (1 m/s²).

En ce qui concerne les culées, Laurent Bastard-Rosset a expliqué que la culée Sud repose sur 1 m de béton de blocage. Pour la culée Nord, il a détaillé la construction du remblai où il a d'abord fallu purger la couche de limon, puis mettre en place des tassomètres, et enfin réaliser le remblai en lui-même. A la demande de la SNCF, les tassements ont dû être observés sous le viaduc LGV. Comme attendu, il n'y a pas eu de tassements malgré la faible distance séparant les deux ouvrages. Au total, quelques 1,7 Mm³ de remblai, 0,3 Mm³ de déblai, puis 160 000 t de matériaux de chaussée ont été mis en œuvre par Eiffage TP.

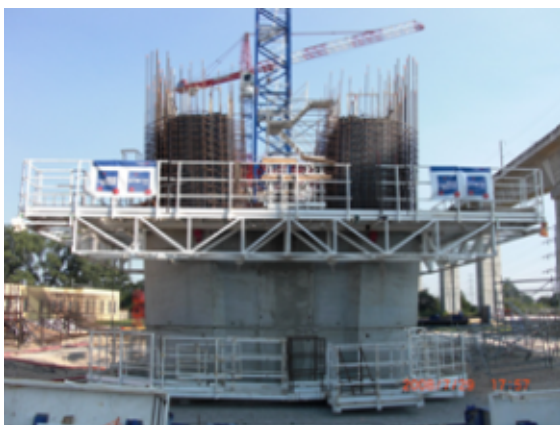
Laurent Bastard-Rosset a ensuite présenté la réalisation des piles. Celles-ci ont une géométrie particulière, du fait de la volonté architecturale de légèreté et de transparence : elles sont constituées de deux demi-fûts reliés par une embase commune et liaisonnés en tête par un chevêtre, de plus les deux demi-fûts s'évasent progressivement avec un angle

constant. Leur jonction se fait en forme d'ellipse. Le chevêtre est identique pour toutes les piles. Les calculs ont montré qu'il était sécuritaire de passer en béton précontraint au niveau de la partie haute du chevêtre, avec 4 câbles de 24T15. Les extrémités de ces câbles ont finalement été laissées visibles.

Compte tenu des délais serrés, deux jeux de coffrage pour les piles ont été utilisés en parallèle sur le chantier. Le coffrage pour les demi-fûts est complexe : il se tient en une partie pour former l'embase de la pile, puis se décompose en 2 demi-fûts. Leur ferrailage, d'un ratio de 170 kg/m³, est préfabriqué sur le chantier. Le cycle de coffrage est le suivant : mise en place de la plateforme d'accès au coffrage, mise en place de la partie intérieure du coffrage (demi-fûts creux), insertion du ferrailage, fermeture du coffrage avec la partie extérieure, coulage du béton, puis le cycle recommence en élevant la plateforme d'accès. La hauteur des coffrages est de 3,5 m.



La construction du remblai culée Sud-Est



Coffrage après pose du ferrailage, avec la plateforme d'accès fixée sur la pile

Une fois les demi-fûts arrivés à leur hauteur finale, ils sont chapeautés par une prédalle qui sert d'interface avec le chevêtre.

La réalisation du chevêtre a nécessité de trouver une solution constructive innovante, car du fait de leur poids important, les panneaux latéraux du coffrage ne pouvaient pas reposer sur la plateforme d'accès. Ils s'appuient donc sur la pile via une petite « oreille » de

béton qui sort de la pile. Le poids du béton est d'abord repris par le fond de moule, qui le transmet aux panneaux latéraux puis à la pile. Le ferrailage est divisé en trois parties pour faciliter le montage : la partie centrale et les deux parties en porte-à-faux. Le bétonnage des chevêtres a souvent été réalisé de nuit à cause des conditions atmosphériques.



Le bétonnage de nuit

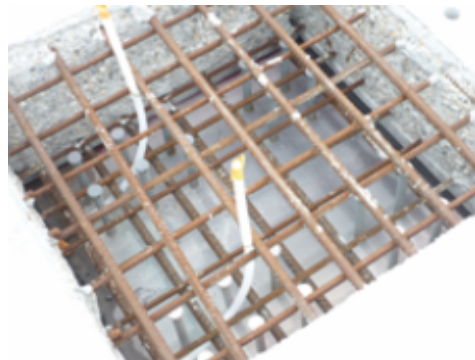
Stéphane Carrer a ensuite pris le relais pour introduire la construction de la dalle du tablier mixte.

La construction de la dalle béton du tablier

Stéphane Carrer a introduit le sujet des dalles de tablier mixte : pourquoi utiliser des dalles préfabriquées sur ce chantier ? La longueur du Viaduc de la Côtère et sa décomposition en deux tabliers, d'une longueur totale de 2 400 m, et une largeur par tablier de 15 m environ, est trop importante pour envisager une solution par coulage en place compte tenu des délais imposés. De plus la préfabrication permet une meilleure maîtrise des coûts.

Il y a au total, pour tout le viaduc, 648 dalles dont 644 dalles courantes. Les dalles courantes sont toutes différentes du fait de leur position sur le tablier (sur pile ou en travée), du rayon de courbure, du nombre de BN4, etc. Les dalles sont réalisées en béton C40/50, et affichent un ratio acier/béton de 280 kg/m³.

Chaque dalle est conçue avec 4 réservations pour le clavage ultérieur. Ces réservations permettent la bonne connexion par goujons entre la dalle et la charpente métallique.



Les réservations pour assurer la liaison entre la dalle BA et la charpente avec ses connecteurs

La préfabrication des dalles a été assurée par Bonna Sabla, à l'usine de Loyettes (01). La réalisation des armatures a été effectuée conjointement par GTM et Bonna Sabla du fait de la spécificité de chaque dalle. Le rythme de production de 4 dalles par jour représentait un véritable défi, mais était nécessaire pour le respect des délais.

Le transport sur chantier s'effectue par convoi exceptionnel, et un stock tampon d'environ 40 dalles est prévu en cas de problème dans le transport des dalles, pour ne pas arrêter le chantier. S. Carrer a expliqué que le rythme de pose de 30 dalles par semaine était assuré en posant les dalles le lundi et le mardi, et en consacrant le reste de la semaine au clavage. Celui-ci est réalisé avec deux travées de retard par rapport à la pose, et les dalles sur piles sont clavées en dernier. Le jeu laissé entre chaque dalle est de l'ordre de 2 cm, sauf au niveau des piles où il est de 10 cm pour avoir une marge de manœuvre pour rattraper d'éventuelles erreurs sur les poses précédentes.

Conclusion des conférences

Jacques Martin a conclu cette matinée de conférences en remerciant vivement tous les participants et intervenants. Grâce à la qualité de leurs présentations et des questions posées par le public, cette matinée a été l'occasion de nombreux échanges, dans la lignée de la citation de Sénèque faite en début de journée.

Il a ensuite présenté les futures manifestations AFGC du second semestre, dont des conférences RA sur les Eurocodes et les Retours d'EXpériences des nouveaux marchés en Partenariat Public-Privé (PPP), ainsi qu'une manifestation consacrée «à la fertilité des chantiers».

Visite du chantier



La visite du chantier

Cette visite a duré environ 2 h 30. Les participants, répartis en trois groupes, ont poursuivi les échanges sur des sujets abordés ou non lors des conférences (matériaux utilisés, méthodes constructives, etc.). Le point d'orgue de la visite a été la pose d'une dalle avec le portique, sur le tablier Est. D'une durée d'environ 10 mn, cette opération nécessite 4 personnes, une aux commandes la machine, les trois autres pour le guider. La pose se fait par deux portiques fonctionnant

totallement à l'énergie hydraulique, les dalles étant acheminées jusqu'au portique directement par camion.



Le portique de pose et l'acheminement de la dalle par camion

Cette journée riche toucha ensuite à sa fin, et les participants ravis d'avoir pu échanger sur ce projet quittèrent le chantier.

Quelques photos de l'ouvrage



Article rédigé par Benoît Bolzicco, étudiant à l'INSA de Lyon, et relu par Jacques Martin et Julien Baroth (enseignant au département Génie Civil de l'IUT1 de l'Université Joseph Fourier de Grenoble), Membres du bureau de l'AFGC RA

Crédit photos : Jacques Martin, Benoît Bolzicco, GTM TP et présentations power-point des différents intervenants.