

2 juillet à Cavaillon

Le nouveau pont d'Orgon sur la ligne Avignon-Miramas

Le mercredi 2 Juillet 2008, la délégation AFGC Méditerranée a organisé une conférence-visite consacrée au chantier du nouveau viaduc d'Orgon, ouvrage situé sur la ligne SNCF Avignon-Miramas. Ce nouvel ouvrage doit remplacer l'ancien pont métallique à treillis et l'opération de substitution, prévue courant août, sera particulièrement complexe.

Parmi la quarantaine de participants étaient présents le maître d'œuvre et maître d'ouvrage délégué SNCF, ainsi que les entreprises ayant remporté le marché : Campenon Bernard Méditerranée, Freyssinet France et Richard Ducros. L'animation de la journée a été assurée par Jacques Resplendino, président de la délégation Méditerranée de l'AFGC.

Rappel du programme

9h00 : Accueil des participants à l'hôtel Mercure de Cavaillon

Jacques Resplendino, président de la délégation AFGC Méditerranée

9h30 : Présentation et conception générale du projet
J.M. Pain, SNCF

10h00 : Conception du tablier, renforcement des appuis, conception para-sismique
David Keller, SNCF

10h40 : Réalisation du chantier - Régénération des appuis - Conception des palées de ripage

Pierre Faure, Guillaume Ponchon Campenon Bernard Méditerranée

11h25 : Pause

11h35 : Particularités de la construction en charpente métallique

Romain Genoyer, Richard Ducros

12h15 : Technique de ripage et de lançage

Mr. Bringer, Freyssinet

12h45 : Présentation des solutions géotechniques

Mr. Coste, Freyssinet géotechnique

13h15 Déjeuner

14h30 Visite du chantier

Déroulement de la journée

En introduction aux conférences où chaque aspect du projet a été abordé, nous avons eu une présentation détaillée de l'AFGC, par Jacques Resplendino. Son exposé a permis aux participants de découvrir l'association, sa vocation, sa structure et ses activités.

Présentation de l'ouvrage

Le viaduc d'Orgon est un ouvrage ancien (1868) de 330 m de long, situé sur la ligne SNCF Avignon-Miramas par Salon, et permettant le passage au dessus de la Durance.



Constitué d'un tablier 2 voies et d'une structure entièrement métallique en poutres treillis, il repose sur quatre piles et deux culées d'extrémité, toutes en maçonnerie.



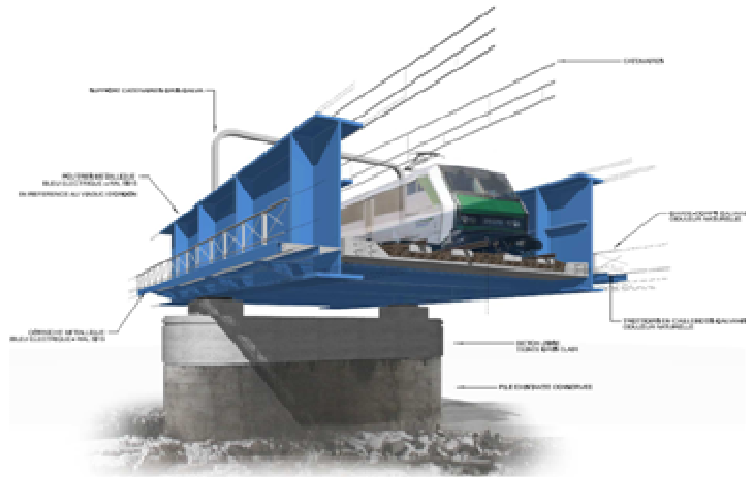
Des pathologies liées à la fatigue ayant été révélées sur l'ouvrage lors de son inspection (foisonnement de la structure métallique, ébranlement d'assemblage, fissuration des massifs de fondations), il a été décidé par RFF de remplacer le pont existant par un nouvel ouvrage répondant mieux aux exigences du trafic et aux normes actuelles de sécurité du transport ferroviaire.

Conception générale, solutions techniques

[J.M. Pain, SNCF, chef de projet](#)

L'ancien viaduc d'Orgon est un pont cage en treillis métallique d'environ 330 mètres de longueur, comportant 5 travées continues reposant sur des appuis en maçonnerie; Le but était de conserver les anciennes piles et culées, et remplacer le pont existant par une nouvelle structure.

Le nouveau pont est un pont à poutres latérales métalliques à âme pleine comportant une dalle de roulement constituée d'une structure transversale en poutrelles enrobées. Les poutres principales sont surmontées par des portiques architecturaux supports de caténaires.



L'ossature métallique du nouveau tablier est assemblée sur une aire de montage située en rive droite de la Durance à l'amont de l'ouvrage actuel. Cette ossature est lancée par tronçons en s'appuyant sur des appuis provisoires construits dans le lit de la Durance. Le béton de la dalle en poutrelles enrobées est mis en œuvre une fois l'ouvrage totalement lancé.

Durant une coupure de la voie ferrée d'une quinzaine de jours en août 2008, l'ancien tablier est ripé transversalement coté aval sur des appuis provisoires spécifiques. Les têtes de piles en maçonneries sont démolies et reconstruites en béton armé, puis le nouveau tablier est ripé transversalement à la place de l'ancien.

Ce dernier peut alors être démonté et les appuis provisoires amont et aval sont démolis.

Le ripage de l'ouvrage représente la solution idéale pour palier aux contraintes de réalisation. Le choix de ce procédé s'est fondé sur plusieurs paramètres :

- Difficulté de construction en place : Contraintes environnementales (loi sur l'eau), crues de la Durance, lâchés d'eau d'EDF
- Problèmes d'emprise
- Déviation définitive du tracé trop compliquée

Seul inconvénient de l'opération : La nécessité d'interruption du trafic sur 15 jours, période nécessaire à la régénération des têtes de piles et culées.

Deux chiffres à retenir :

Terrassement total : 50 000 m³

Montant du projet : 29.7 millions d'euros

L'ancien viaduc repose sur 4 piles et 2 culées d'extrémité en maçonnerie servant d'appuis glissants. Dans un premier temps les piles doivent être confortées dans leur partie fondation, puis renforcées en tête afin de supporter le poids du nouveau pont, trois fois plus important que l'ancien (8570 t au lieu de 2368 t), ainsi que toutes les sollicitations (trafic, séisme...).

Les têtes sont donc démolies, puis reconstruites en béton armé.

Vis à vis des sollicitations sismiques, l'appui fixe n'est pas situé au milieu du pont, mais à son extrémité, au niveau de la culée C5. De nombreuses dispositions sont prises pour rendre cet appui fixe, au niveau structure comme au niveau géotechnique.

Confortement des appuis existants :

Les travaux de renforcement des appuis de l'ancien viaduc ont été confiés à l'entreprise Freyssinet.

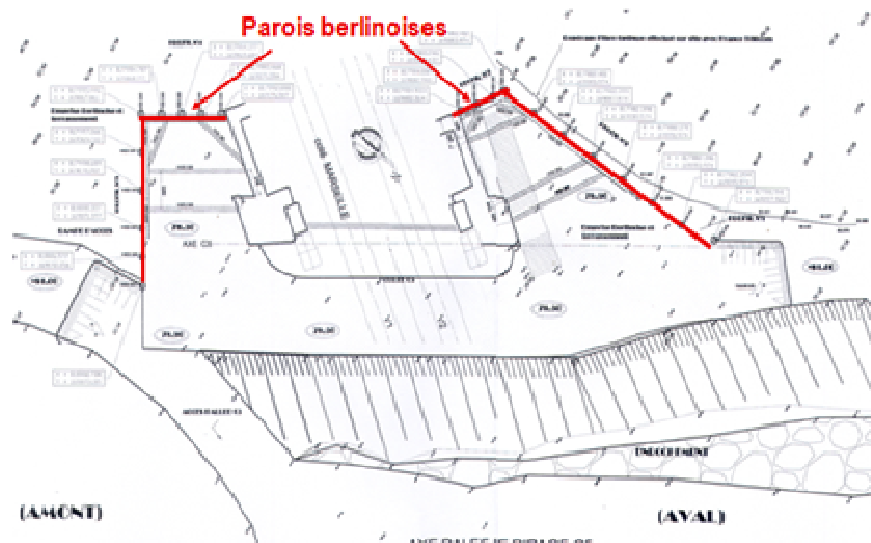
Inventaire des travaux de confortement :

Piles P1, P2, P3, P4, Culée C0 :

- Réalisation de murs en palplanches autour des massifs de fondation
- Remplissage interne de la palplanche par du béton hydraulique
- Injections de ciment dans le sol entourant les fondations (29 forages pour chaque pile)

Culée C5, appui fixe :

- Réalisation d'une paroi berlinoise soutenant le remblai ferroviaire
- Fixation des murs en retours par la mise en place de 12 tirants d'enserrement.
- Construction d'un mur ceinture incluant 6 liernes HEB 600 noyées dans un voile béton
- Mise en place de 27 tirants précontraints 8T16 entre les HEB 600 du mur ceinture
- Injection des remblais



Tirant d'enserrement - Principe de mise en place:

- Mise en place d'un tube métallique
- Barre Mac 500 Ø32mm
- Scellement par coulis de ciment
- Mise en place des plaques de répartition

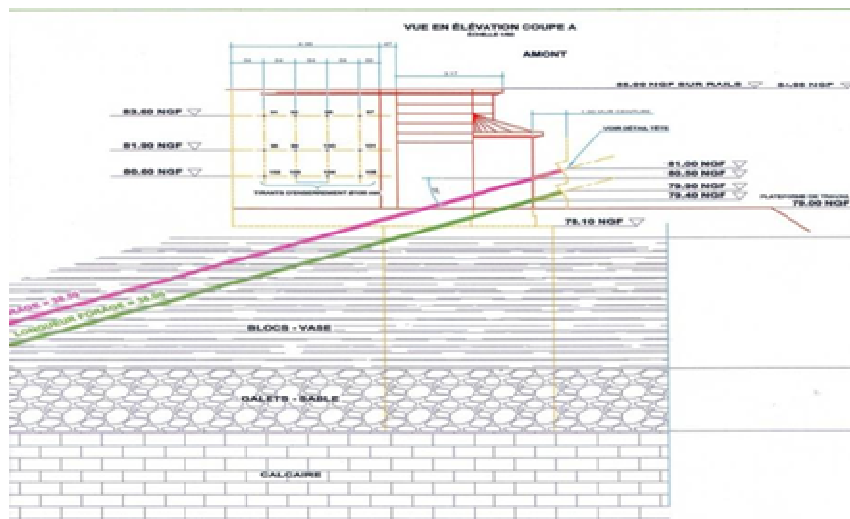


Mise en place des tirants précontraints :

Des tirants précontraints 8T16, traversant la culée jusqu'au bon sol, assurent la fixation de cette dernière.

Phasage :

- Forage Ø219mm méthode Rota-Odex avec tricône
- Equipement tube métallique à manchettes Ø168.3 ép.10mm
- Scellement du tube en IRS
- Mise en place et scellement des Câbles 8T16 dans tube Ø168.3
- Mise en tension 50 t



Ancrages passifs :

Afin d'assurer une parfaite liaison entre la nouvelle tête de pile et le corps de la maçonnerie, 12 des tirants à câbles 8T16 ont été nécessaires par appui.

Têtes de piles - Dispositions sismiques :

L'ouvrage est situé dans zone sismique. Aussi les anciennes têtes de pile sont démolies pour faire place à de nouvelles têtes de piles en béton armé.

Dispositions pour les têtes de pile :

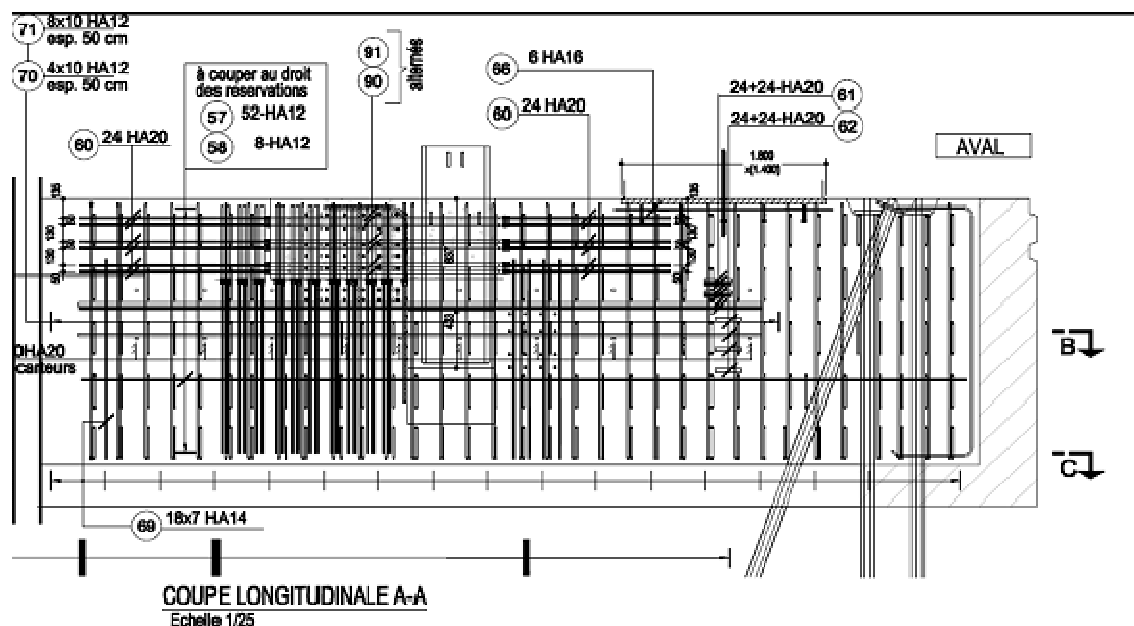
- Démolition de la partie haute de la maçonnerie existante
- Scellement d'acier HA 40 de liaison
- Pose et clavage de coques préfabriquées en B.A.
- Mise en place de la cage d'armatures, préfabriquée au préalable, des diverses réservations et des butées antisismiques
- Bétonnage de l'ensemble

Le ferrailage des têtes de piles, conforme aux règles parasismiques en vigueur, est très dense (environ 430kg/m3). En effet le volume de béton disponible de ces nouvelles têtes de pile laisse juste assez de place pour disposer le ferrailage correspondant aux sollicitations sismiques :

Séisme Longitudinal						
Culée Fixe C5						
ELU	ELS					
3600 T	1200 T					

Séisme Transversal						
	CO	P1	P2	P3	P4	C5
ELU	360 T	700 T	700 T	700 T	700 T	360 T
ELS	120 T	250 T	250 T	250 T	250 T	120 T

Ferrailage des têtes de piles :



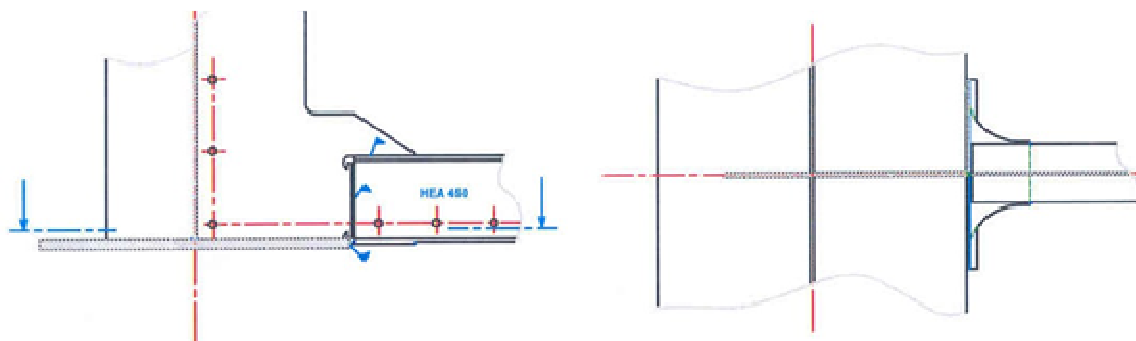
Conception du nouveau pont en charpente métallique :

Romain Genoyer, ingénieur études chez Richard Ducros, nous présente les particularités de la construction du nouveau viaduc.

Le nouveau pont, plus long que l'ancien (334.54 m) est constitué de deux poutres métalliques principales à âme pleine (type RAPL), munies d'un raidisseur longitudinal et de raidisseurs verticaux tous les 2.5 m. Elles sont divisées en 19 tronçons, de longueur et d'épaisseur de semelles variables.

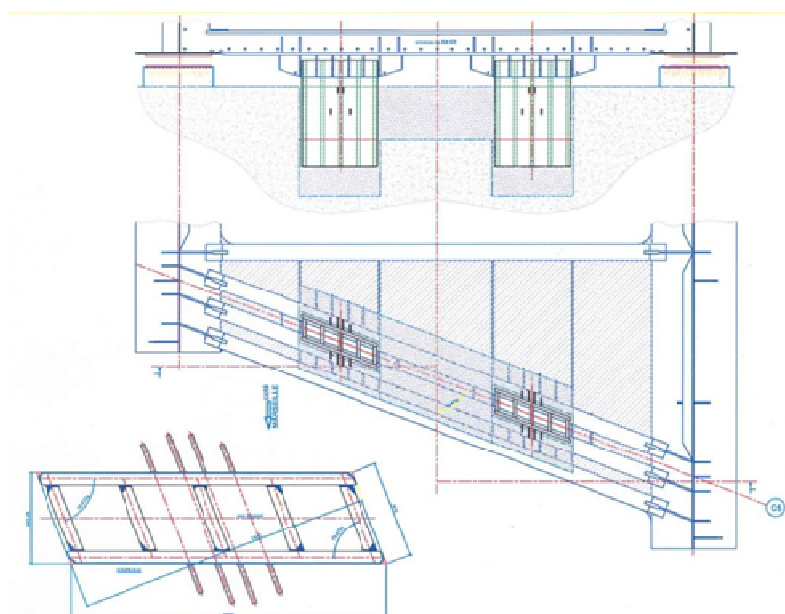
Les entretoises du tablier sont des HEA 450, pré percées pour permettre le passage des armatures longitudinales, puis noyées dans le béton. On distingue les entretoises principales et secondaires : Les entretoises principales sont soudées aux poutres principales au niveau des raidisseurs.

Les entretoises d'appuis sont plus imposantes car dimensionnées pour résister aux efforts sismiques (voir tableau). Des butées antisismiques transversales sont prévues pour chaque appui, alors que le séisme longitudinal n'est repris qu'au droit de la culée C5.



Au niveau de cette culée (C5 appui fixe), deux butées et contre-butées antisismiques en acier sont accrochées sous les entretoises et noyées dans le béton de la tête de culée : Ces dispositifs sont dimensionnés pour résister aux efforts dus au séisme dans les deux directions, soit 3500 T en longitudinal et 360 T en transversal (valeurs ELU).

Les accotements, fixés sur l'extérieur, sont assemblés sur des poutres en consoles, placées « en fourchette » sur les IPE principales.



Caractéristiques du nouveau viaduc

Poids total : environ 2500 T
 Nuance de l'acier : S355
 IPE principales : Distance = 9.7 m
 Hauteur d'âme = 4.26 m
 Travées : 5 (3 * 70.62m + 2 * 61.34m)
 Nombre d'entretoises principales : 104 (environ 120 t)
 Nombre d'entretoises secondaires : 314
 Nombre d'entretoises d'appui sur piles : 16
 Nombre de butées antisismiques : 12

Assemblage et lançage

La structure est amenée sur site par convois et assemblée sur place. On procède au lançage de la structure en trois phases, sur des appuis provisoires proches des appuis existants.

- 1ère phase : Lançage des 5 premiers tronçons (T19 à T15) et de l'avant-bec jusqu'à la Pile n°1
- 2ème phase : Lançage des tronçons T14 à T08 qui poussent les 5 premiers jusqu'à la Pile n°3
- 3ème phase : Lançage derniers tronçons - Poussage de T19 jusqu'à C5 - Démontage avant-bec

Effort de traction max : 145 T (3ème phase)
 Réaction max par poutre : 402 T (sur P3)

Phasage des travaux - mise en place de l'ouvrage neuf

La mise en place du nouveau Viaduc d'Ordon se fait en trois phases, une première phase sans interruption de la circulation ferroviaire où on réalise une plate-forme destinée à l'assemblage et au lançage du futur tablier côté Avignon (environ 150 m).

Un écran de protection est ensuite mis en place de part et d'autre des voies, côté Avignon, afin d'empêcher toute pénétration dans les gabarits ferroviaires ;

Des pistes provisoires amovibles dans le lit de la Durance ont également été prévues, permettant l'accès aux piles et aux palées provisoires. S'ensuit les différents travaux de confortements des appuis du viaduc réalisés par l'entreprise Freyssinet.

Construction d'estacades provisoires de part et d'autre du tablier existant parallèle aux appuis de l'ouvrage :

- Une estacade côté amont servant au lançage et le ripage du nouveau tablier,
- Une estacade côté aval permettant le ripage de l'ancien tablier et sa démolition sans gêner les circulations ferroviaires.

Ces estacades sont constituées d'un ensemble de palées provisoires, construites de part et d'autre des piles et devant les culées C0 et C5.

Phase 1

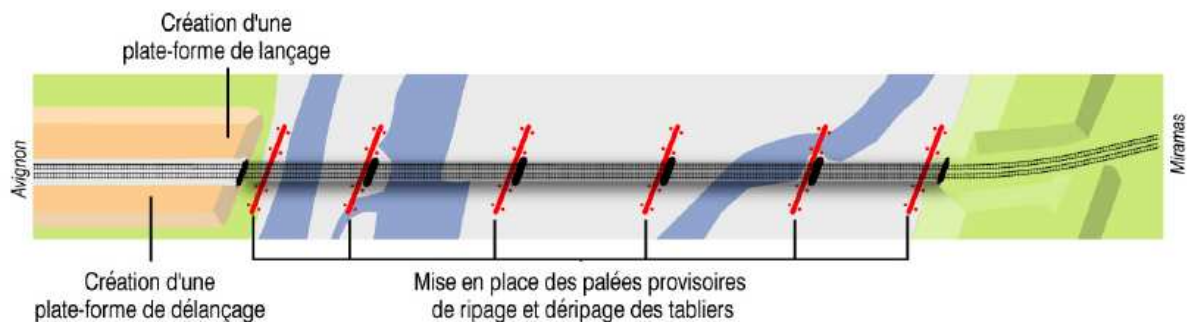
Assemblage de l'ossature métallique du tablier sur l'aire de lançage

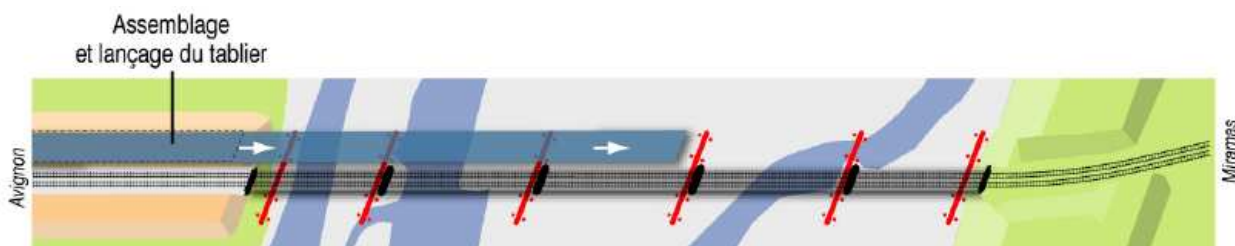
Lançage de l'ossature métallique sur les estacades.

Bétonnage de la dalle à poutrelles enrobées.

Étanchéité.

Pose des voies nouvelles sur une sous couche de ballast





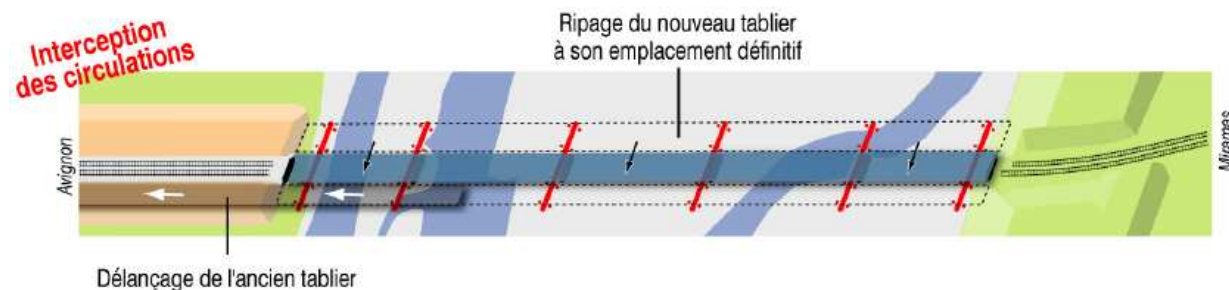
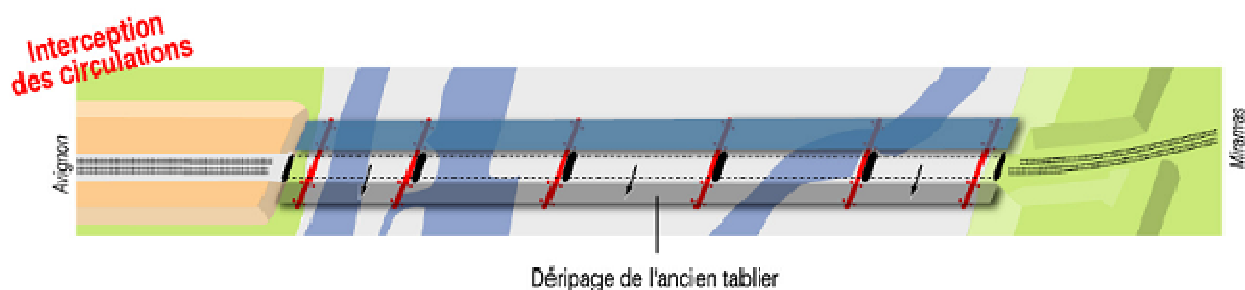
Phase 2

La deuxième phase concerne le dé-ripage de l'ancien tablier ainsi que le remaniement des têtes d'appuis existants : démolition des maçonneries prédécoupées, ancrage des sommiers préfabriqués en béton armé à l'aide de tirant passif et ripage du nouveau tablier.

Mise en place des coques préfabriquées et remplissage en béton des sommiers des appuis.

Descente sur appuis définitifs.

Réalisation des blocs techniques et raccordement des voies et de l'armement caténaire.



Phase 3

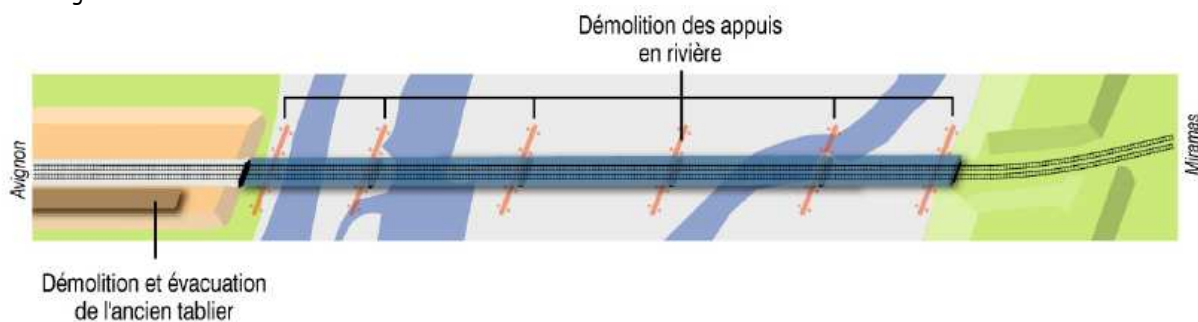
Délançage du tablier ancien.

Démontage de l'ancien tablier et des estacades.

Évacuation de l'ouvrage ancien et des estacades.

Finitions.

Réaménagement du site.



Conception des palées de ripage :

Ces ouvrages sont conçus pour permettre:

- Le lançage de l'ouvrage neuf
- Le dé ripage de l'ouvrage ancien
- Le ripage de l'ouvrage neuf
- Le dé lançage (le cas échéant) de l'ouvrage ancien

Conception :

La solution de base était un dispositif de ripage sur palées métalliques. Or, l'assemblage des 1500 T nécessaires de palées métallique sur 40 m de long, s'avérait non seulement très coûteux, mais aussi difficile à mettre en œuvre.

L'entreprise Campenon Bernard a alors proposé une solution technique, bien plus économique, de palées en béton précontraint, conçues comme suit :

- Fondation sur pieux métalliques Ø 1200 de 21 m de profondeur, louvoyés.
- Chevêtres rectangulaires de liaison en béton armé
- Des tripodes, près des piles, assurant le même rôle que les chevêtres
- Des poutres B.A précontraintes de 44 m de long, 3 à 4 m de haut et 1 à 1,30 m de largeur.
- Câbles de précontrainte 19T15, gaines PEHD

Du côté de la culée C5, le substratum marno-calcaire étant très proche de la surface, les fondations sur pieux sont remplacées par des fondations superficielles, contreventées pour résister aux efforts horizontaux.

Une fois construites, les palées sont protégées des courants forts de la Durance par des enrochements en leur base.

Les dimensions, le ferrailage et la précontrainte de ces palées permettent de résister à un moment maximal de 4000 T/m ainsi qu'un effort tranchant très important.

Les courbures des câbles de précontrainte, très importantes, ont nécessité l'utilisation de gaines PEHD en remplacement de gaines feuillard habituelles.

Palées de Ripage - Principales Quantités

Béton: 2200 m³

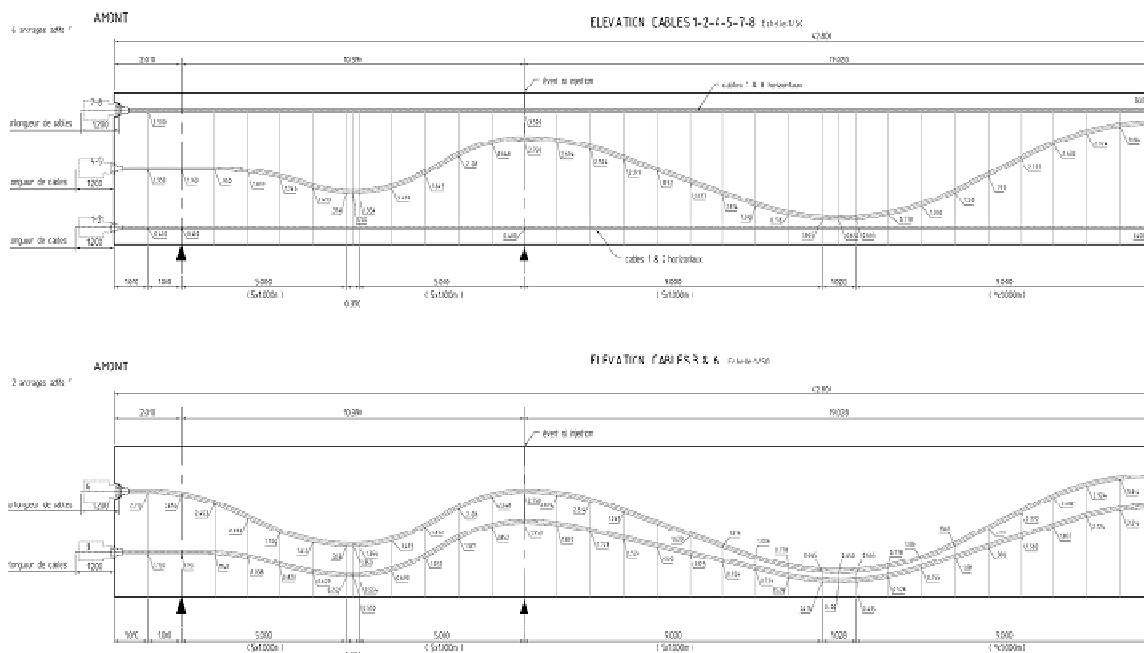
Acier: 150 T

Pieux métalliques: 36 u - 770 ml de forage - 270 T de tubes

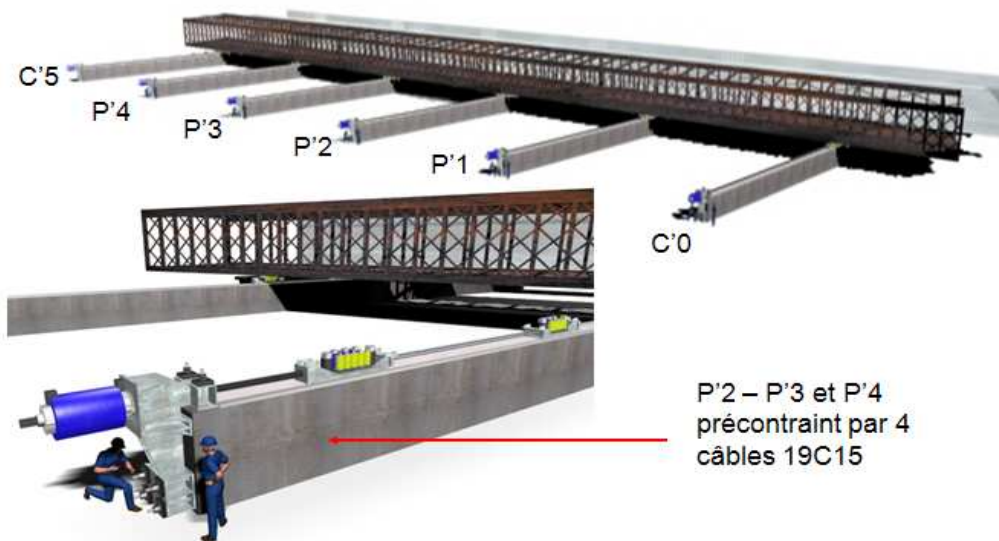
Précontraintes: 30 T



Schéma de précontrainte :



Procédé de ripage



Ripage transversale des tabliers :

Quelques chiffres sur le nouveau tablier :

Longueur totale : 335 m

Masse totale : 8570 T

5 travées identiques à l'ancien ouvrage

Descentes de charge :

Culées C0 et C5 : 960 T

P1 et P4 : 1460 T

P2 et P3 : 1860 T

Avant l'opération de ripage les patins de glissement seront insérés entre les palées provisoires et le tablier par vérinage simultané sur 6 lignes du tablier avec pilotage des opérations au niveau d'un poste de commande centralisé sur lequel sont affichés en temps réel les informations suivantes à l'aide de capteurs de déplacement de ripage et de vérinage:

- Etat de l'avancement,

- Effort dans les vérins.

Toutes ces informations sont consignées dans un fichier informatique horodaté.

Avant l'opération des consignes avec seuils sont enregistrées dans le programme. Le franchissement d'un seuil alerte l'opérateur.

Quelques valeurs :

Puissance de vérinage maxi sur 1 appui: 1500T

Frottement Inox/PTFE : 5%

Effort de traction maxi sur une palée : 450 T

Distance de ripage :

Ancien tablier : 12,50 m

Nouveau tablier : 27,00 m

Conclusion

Cette journée fut aussi agréable qu'enrichissante. L'AFGC, qui favorise les rencontres entre les entreprises et tous les acteurs du BTP, contribue au partage des connaissances et de l'expérience.

La réalisation du nouveau viaduc d'Orgon constitue un bel exemple de travail en équipe entre entreprises. Chaque participant a apporté ses connaissances et son savoir faire au service d'un même projet.

L'après-midi, la visite du chantier a permis aux participants de découvrir les deux ouvrages côte à côte, et de mesurer l'importance des éléments climatiques dans la réalisation d'une telle opération. En effet, en raison d'une fin de printemps très pluvieuse, la Durance a été le siège de nombreuses crues, dont une de près de 1500 m³/s, qui ont perturbé considérablement l'avancement des travaux en rivière.

Le lit a par ailleurs été totalement remanié et les zones d'écoulements principaux complètement changées.

Malgré ces importantes contraintes, le planning prévu initialement pour la substitution des tabliers pourra être tenu, et les opérations se dérouleront comme prévues dans la deuxième quinzaine d'août 2008.

Compte-rendu rédigé par Michael AMRAM et Abdel RAHAL

Ingénieurs ISBA-TP stagiaires chez Campenon Bernard Méditerranée

