

22 avril 2009 à Lyon
Le viaduc de la Côtière

La délégation Rhône-Alpes a organisé, le mercredi 22 avril 2009, dans l'amphithéâtre Freyssinet de l'INSA, une conférence consacrée à la présentation du projet autoroutier A 432 destiné à contourner l'agglomération lyonnaise par le Nord-Est et à éviter ainsi le transit du trafic par la ceinture A 46.

Rappel du programme

16h30 : Accueil des participants

Jacques Martin, Président de la Délégation Rhône-Alpes



16h40 : Présentation générale du projet A 432

Philippe de Béchevel, APRR (Autoroutes Paris-Rhin-Rhône)

17h20 : Conception architecturale des ouvrages d'art

Alain Spielman, Architecte

17h40 : Conception architecturale du viaduc de la Côtière

Thomas Lavigne et Christophe Chéron, Architectes, et Didier Courtemanche, paysagiste

18h00 : Conception technique des ouvrages du tronçon courant et des nœuds autoroutiers

Alain Truphémus et Jean-Yves Sablon, SETEC

18h30 : Conception technique du viaduc de la Côtière

Laurent Bastard-Rosset, Jean-Michel Eynaud, GTM TP Lyon et Mathieu Cardin, EGIS JMI

19h10 : Discussion

19h40 : Apéritif dinatoire et échanges avec les étudiants INSA et ICTPE

Résumés des présentations

Présentation générale du projet A 432

Philippe de Béchevel, APRR (Autoroutes Paris-Rhin-Rhône)

A432 - Les Échets-La Boisse

Une nouvelle passerelle pour la Dombes et la Côtière

- Un rôle local, régional et national

Faciliter les relations Nord-Est de l'agglomération lyonnaise
 Alléger le trafic, notamment au nœud des Îles

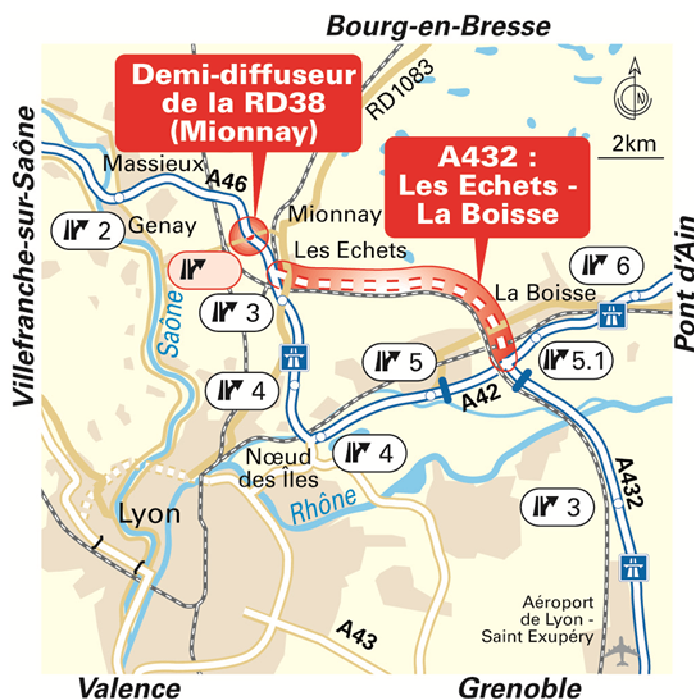
Offrir un meilleur itinéraire pour le trafic de transit :

Trafic attendu : 15 000 véhicules par jour

- Les bénéfices attendus

Meilleures dessertes locales

Fluidité et sécurité A432, A46 et A42



Fiche d'identité

A432 Les Échets-La Boisse

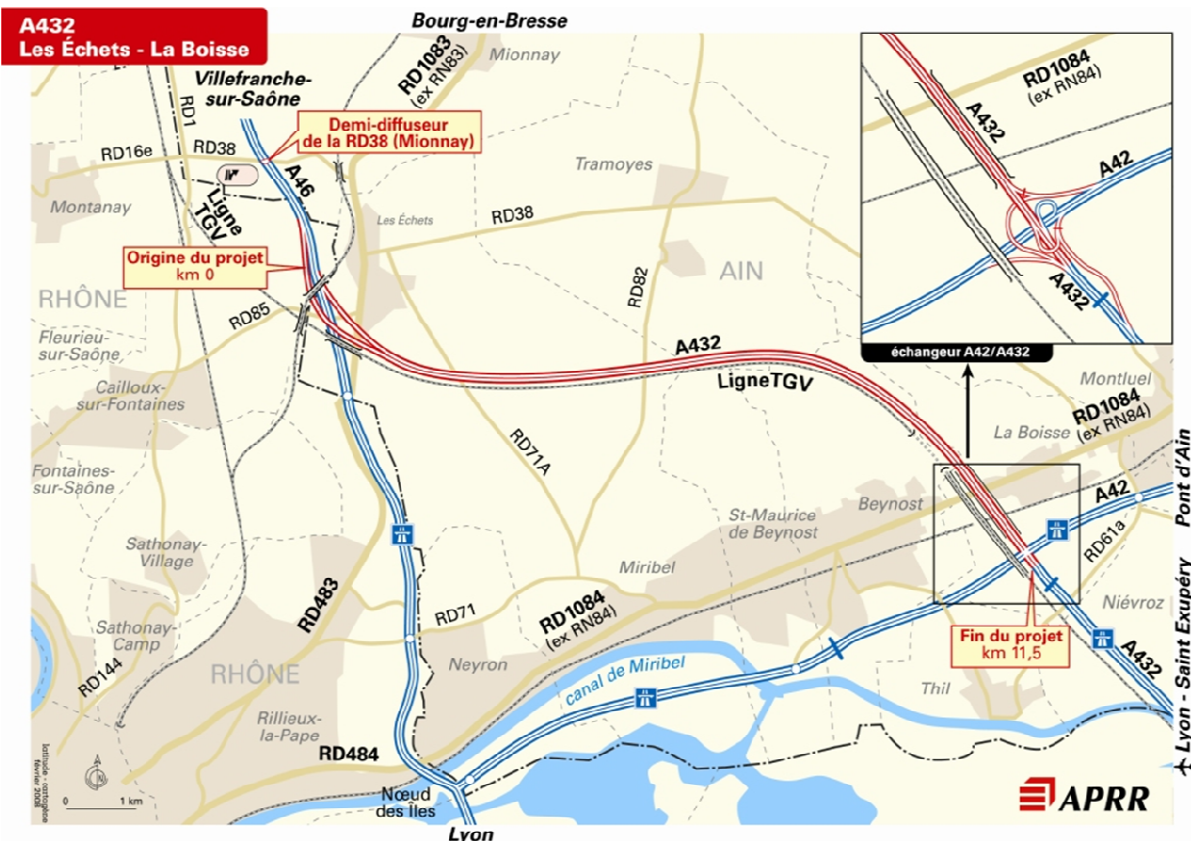
- 12 km de tracé neuf à 2 x 2 voies
- 2 échangeurs de raccordement : A46/A432 et A42/A432
- Viaduc de la Côtière de 1 210 m de long à 2 x 3 voies,
 - o Coût : 230 M€ HT, dont 75 M€ HT pour le viaduc
 - o Financement 100 % APRR

Demi-diffuseur de Mionnay

- Raccordement entre A46 et la RD1083 via la RD38
 - o Coût : 11 M€ HT
 - o Financement : 80 % APRR / 20 % conseil général de l'Ain

Acteurs

- Maître d'ouvrage d'A432 : APRR
- Maître d'œuvre et AMO d'A432 : SETEC
- Conception-construction du viaduc : Groupement Dodin-GTM



Jumelage avec la LGV

Origine

- Prévu dès le projet de la LGV au cours des années 1980
- Réservation d'une bande foncière lors de la réalisation de la LGV

Contraintes

- Tracé en plan : intégration des nécessités d'accès à la LGV et à ses installations annexes
- Profil en long : passage imposé au droit des rétablissements
- Contraintes géotechniques : cuvette de Tramoyes
- Dispositions conservatoires durant les travaux

Exploitation

- Procédures particulières en termes de sécurité et de maintenance

Environnement

Eaux

- Torrent de la Méandrière
- Ruisseau des Ormes

Faune et Flore

- Passage à faune
- Mesures de compensation : reptiles

Paysage

- Viaduc de la Côtière

Bruit

- Merlon au droit de Tramoyes
- Ecrans sur le viaduc au droit de Beynost et de La Boisse

Planning

Etudes

- Désignation du maître d'œuvre : fin janvier 2007
- Avant-projet : de février 2007 à février 2008
- Concertation : d'octobre 2007 à mai 2008
- Protocole Organisations professionnelles agricoles : 2 juin 2008

Procédures

- Déclaration d'utilité publique A432 : 6 décembre 2007
- Déclaration d'utilité publique $\frac{1}{2}$ diffuseur RD38 : 26 juin 2008
- Autorisation Loi sur l'eau A432 : 2 septembre 2008
- Autorisation Loi sur l'eau $\frac{1}{2}$ diffuseur RD38 : 17 octobre 2008
- Autorisation CNPN : 13 novembre 2008
- Enquêtes parcellaires : de juin à septembre 2008
- Diagnostic archéologique : du 26 février au 3 avril 2009

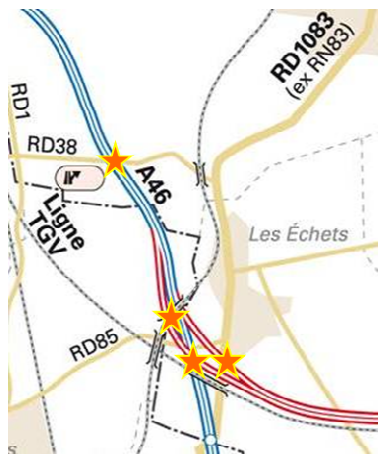
Travaux

- Préparatoires échangeurs A46-RD38-A432 : juin 2008
- Viaduc de la Côtière : octobre 2008
- Nœud A42 - A432 : mai 2009
- Généraux section courante : juillet 2009

Mise en service : 2011

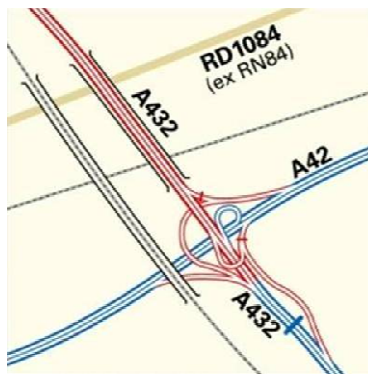
Travaux préparatoires sur A46

- Démolition de 2 PS sur A46
- Construction de 4 ouvrages d'art
- Achèvement : fin 2009
- Marché attribué en mai 2008 au groupement d'entreprises Demathieu&Bard / Guintoli / EJJ



Travaux du viaduc de la Côtère

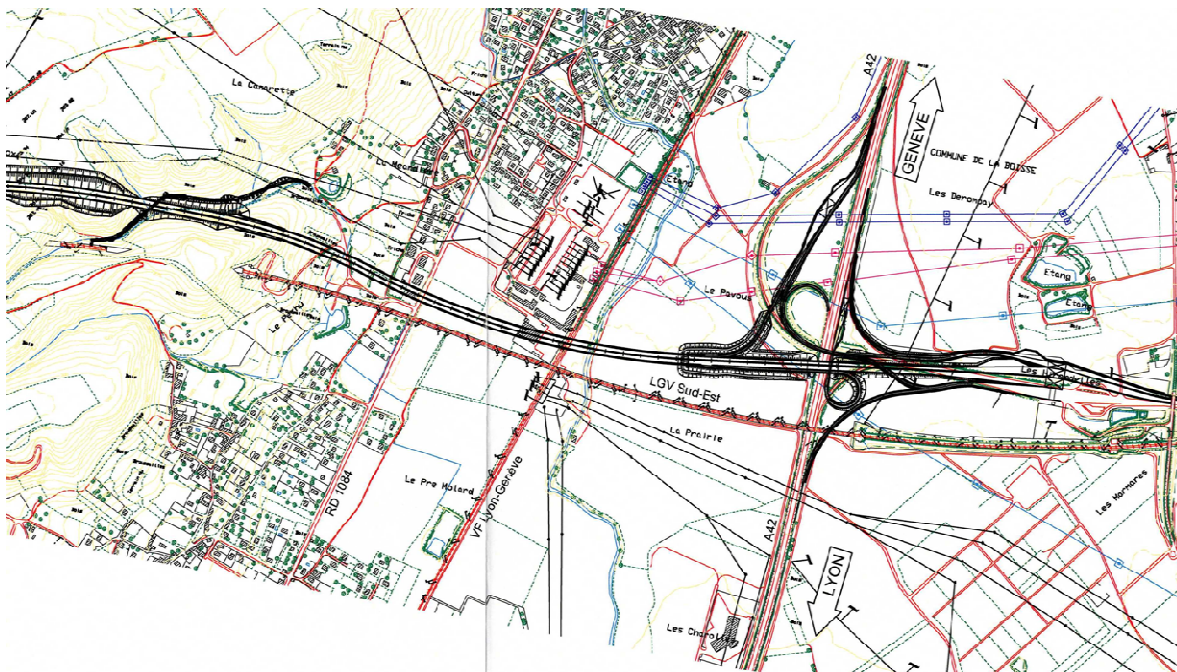
- Conception-Réalisation
- 1 210 m de long, 16 travées
- 1 file d'appuis, 2 tabliers
- Achèvement : fin 2010
- Marché attribué en décembre 2007 au groupement d'entreprises Dodin - Campenon Bernard TP - GTM TP Lyon - VINCI Construction France - Architecture et Ouvrages d'Art



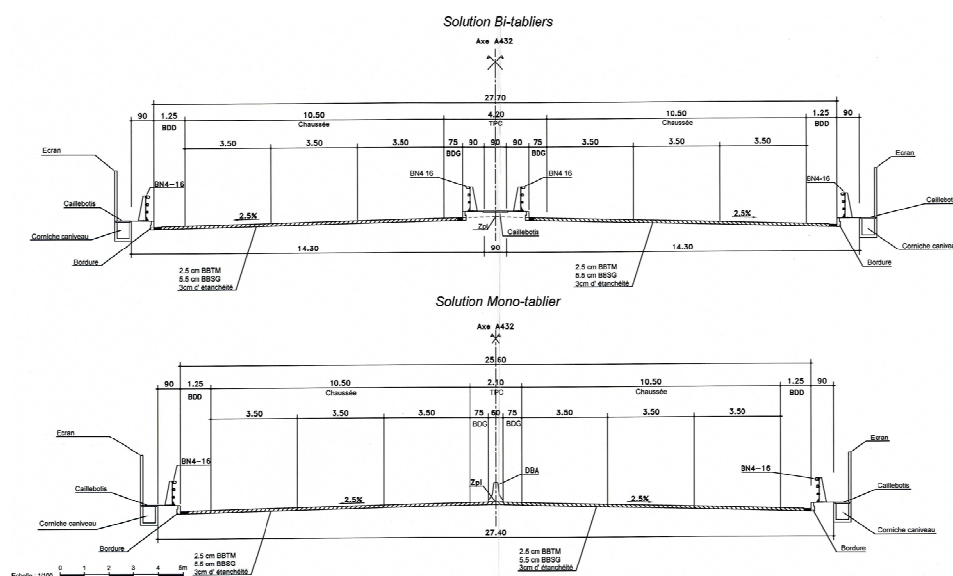
Viaduc de la Côtère

Le site

- Paysage très ouvert
- Proximité de l'agglomération lyonnaise
- Entre Beynost et La Boisse (zones d'habitation)
- Proximité de voies très fréquentées (RD1084 et A42)
- Viaduc existant de la LGV



- Taille de l'ouvrage
- Insertion paysagère et architecture
- Concours
- Participation des communes de Beynost et de La Boisse et de la DIREN Rhône-Alpes



Intégrer le concours Architecture et Paysage

- Dans l'organisation du projet
- Procédure OANC
- Procédure d'attribution du marché
- Trois possibilités

Choix du maître d'ouvrage

- Consultation Conception-Réalisation, intégrant un concours d'architecture et d'ingénierie
- Niveau européen, mode restreint

3 Critères pondérés d'évaluation des offres

- Valeur financière : 40 %
- Valeur technique : 30 %
- Valeur architecturale : 30 %
- Définis dans les règlements de consultation et du Jury

Evaluation des offres

- Valeur financière : Conduite d'opération de la maîtrise d'ouvrage
- Valeur technique : Comité technique
- Valeur architecturale : Jury du concours

Comité technique : 10 membres

- Inspection générale des ouvrages d'art Sud-Est (1)
- SETRA (1)
- Ingénieur conseil TONELLO IC (2)
- Maître d'œuvre général (2)
- Direction Technique et Clientèle d'APRR (1)
- Maître d'ouvrage DGIC d'APRR (3)

Jury du concours : 10 membres et un observateur

- Directeur opérationnel d'APRR, Président du Jury
- Maire de la commune de La Boisse
- Maire de la commune de Beynost
- Président du Conseil Général de l'Ain
- Directeur Régional de l'Environnement Rhône-Alpes
- Directeur Régional de l'Équipement Rhône-Alpes
- Inspecteur Général des ouvrages d'art Sud-Est
- Commission des marchés d'APRR (2)
- Architecte conseil
- Direction Générale des Routes

- Dossier préliminaire d'EPOA : de juillet 2006 à janvier 2007
- Avis de marché : mi-novembre 2006
- Dossier de consultation : de février 2007 à avril 2007
- Agrément des candidats : 26 avril 2007
- Consultation : du 27 avril au 26 juillet 2007
- Constitution du Jury : avril 2007
- Ouverture des plis : 27 juillet 2007
- Notation financière : 10 août 2007
- Evaluation du Comité technique : 25 octobre 2007
- Réunion et délibération du Jury : 30 octobre 2007
- Réunion de la Commission des Marchés : 20 novembre 2007
- Attribution : 14 décembre 2007
- Approbation du marché : 10 avril 2008
- Démarrage des travaux : Octobre 2008

Conception architecturale des ouvrages d'art

Alain Spielman, Architecte

L'architecture des ponts quotidiens

Concevoir les grands ouvrages, bâtiments ou ponts fait l'objet d'un intérêt soutenu et encouragé. S'occuper de l'environnement de la vie courante, des maisons, des pavillons, de l'habitat des dessertes et des petits ouvrages d'arts est très souvent laissé de côté comme moins digne. Pourtant nous savons tous que sur nos routes il y a un pont tous les kilomètres et que le cadre familial de la vie rencontre à chaque instant un passage supérieur, un passage inférieur, une déviation, des murs de soutènements, des ronds points, des franchissements piétons, des passerelles...

L'écriture de l'architecture quotidienne est à la base de la qualité des villages des communes et des villes. Cette relation particulière et intime qu'a chaque habitant avec son cadre, lui parle et lui sert de repère dans sa vie ou ses mouvements. Les grandes infrastructures routières ou ferroviaires doivent s'inscrire dans les projets régionaux, départementaux et venir retisser les maillages locaux dans une nouvelle trame qui se sur-imprime dans le paysage.

Pour traiter ces ponts courants, il faut une attention particulière et remettre en jeu les finitions, les formes, les teintes et les échelles.

Sans chercher les effets que favorisent les grands ouvrages dues aux plus vastes portées la conception des ponts courants demande une attention particulière pour chaque petit élément de l'ouvrage : le tablier, les appuis, les culées, les murs en retours, les corniches, les gardes corps...Cet exercice oblige à se fondre dans le paysage où l'ouvrage va venir s'installer et trouver le compromis des proportions entre le site et la structure qui répond à

Les manifestations régionales

l'équation : l'insertion d'une nouvelle fonction dans un cadre environnemental donné.

De nombreux exemples de création d'ouvrages courants de qualité existent à travers les récents projets réalisés sur diverses autoroutes, A10, A6, A28, A51, A115 A89 ou sur des routes nationales: RCEA, N17, N20

Aujourd'hui dans le cadre du contournement du Grand Lyon l'A432 fait l'objet de cette réflexion et d'un projet qui cherche à donner aux usagers de la route locale et de l'infrastructure autoroutière une réponse ouverte. Cette double approche qui correspond à deux attitudes distinctes, deux vitesses, deux regards, deux modes de transports se trouve comprise dans le projet. Il faut à la fois traiter la relation locale au niveau du vécu des résidents et la relation de transit des usagers de l'autoroute.

Cette dualité doit également intégrer la modernité de nos matériaux et des méthodes de mise en œuvre pour réaliser des ouvrages neufs et/ou franchir des voies existantes, réaménager des ouvrages existants.

Voilà qui fait apparaître la complexité pas si évidente de ces simples ouvrages, de ces petits ponts que je souhaite faire aimer.

Faire aimer les Ouvrages d'Arts Courants, faire adopter les ouvrages courants, voici un objectif à développer.

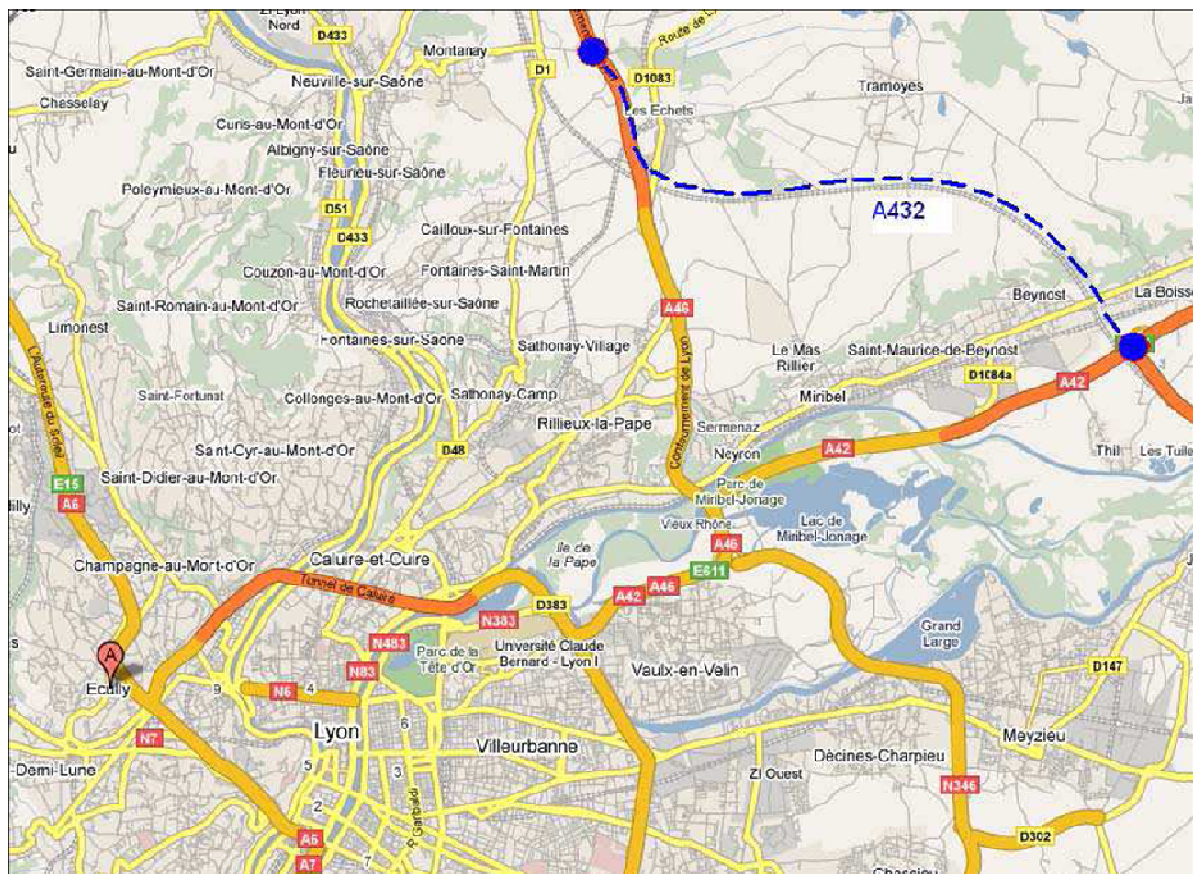
L'autoroute A432

Le projet se découpe en 4 secteurs :

- Secteur 1 :
 - o Le nœud A432 - A42
 - o La plaine du Rhône



- Secteur 2 :
 - o L'autoroute A432
 - o Le plateau de la Dombes
- Secteur 3 :
 - o Le nœud A46 - A432
- Secteur 4 :
 - o Le diffuseur de la RD38 - A46



Les objectifs de l'insertion architecturale

- L'A432 a pour objectif la liaison entre les autoroutes A46 et A42. Elle s'inscrit entre deux nœuds d'échange à intégrer avec le projet, ce qui représente un enjeu majeur :
 - Comment établir l'ancrage des ouvrages neufs par rapport aux ouvrages existants ?
 - Comment arriver à une harmonie d'ensemble ?
- Proposer et harmoniser une écriture architecturale commune à l'ensemble d'ouvrages tout en conservant la faculté de s'adapter à un lieu particulier ou à une configuration technique particulière;
- Définir le parcours du tracé de façon sobre, harmonieuse et élégante par la couleur blanche permettant de lier les différents secteurs, comme une autoroute avec des lignes blanches;
- Garder une sobriété avec des lignes horizontales pures et des choix esthétiques respectant les sites traversés;
- Valoriser les ponts « simples » de la vie quotidienne
- L'insertion architecturale du projet se fera sans effets.

Le parti architectural

- Proposer des ouvrages d'art « fondus » d'une facture simple, sobre, élégante en harmonie avec la douceur du plateau, avec le paysage de la vallée du Rhône et les ouvrages existants.
- Donner aux usagers des ouvrages à caractère double : à la fois intégrés dans le paysage de la Dombes et d'une facture moderne exprimant notre temps.
- Proposer pour le traitement des éléments des ouvrages une teinte blanche (le blanc cassé), selon les directives du Schéma Directeur Architectural et Paysager.
- Une autoroute avec deux lignes blanches (horizontales et verticales) formant un « T » :

Les choix architecturaux

- L'homogénéité du traitement des tabliers, des piles, des culées et des corniches ;
- Proposer une même couleur pour les corniches, les piles, et les murs de retour sur l'ensemble de l'itinéraire en renforçant l'unité et l'identification des ouvrages
- Mettre en valeur des ouvrages particuliers par un traitement spécifique :
 - le PS117,
 - le passage faune ;
 - le viaduc sur la Côtère.

Présentation du concours du viaduc de la Côtère (juillet 2007) :

Cinq équipes :

Proposition 1 : D&B-DVC (AEI, Loyer architecte)



Proposition 2 : DODIN (Lavigne Cheron architectes, Paysage Plus)



Proposition 3 : MAÏA SONNIER (Soberco, Million architecte)



Proposition 4 : RAZEL (Vibert et Chambre architectes)

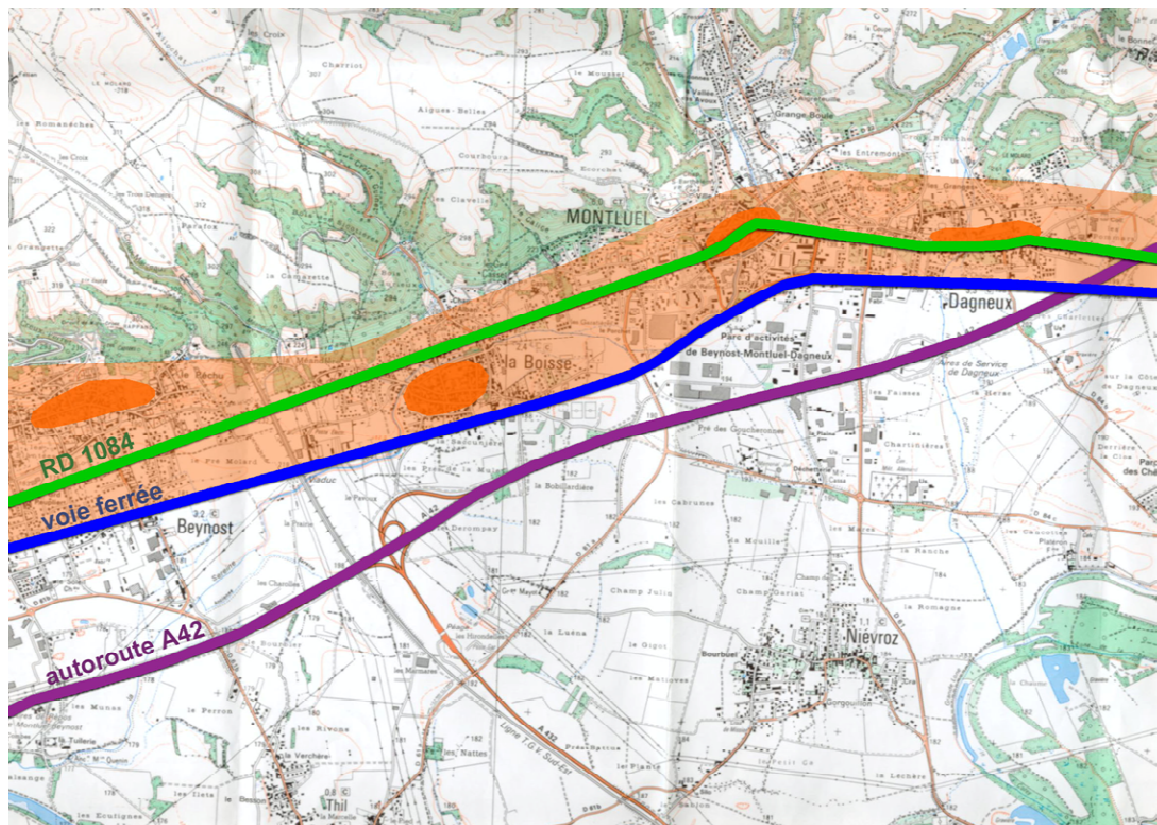
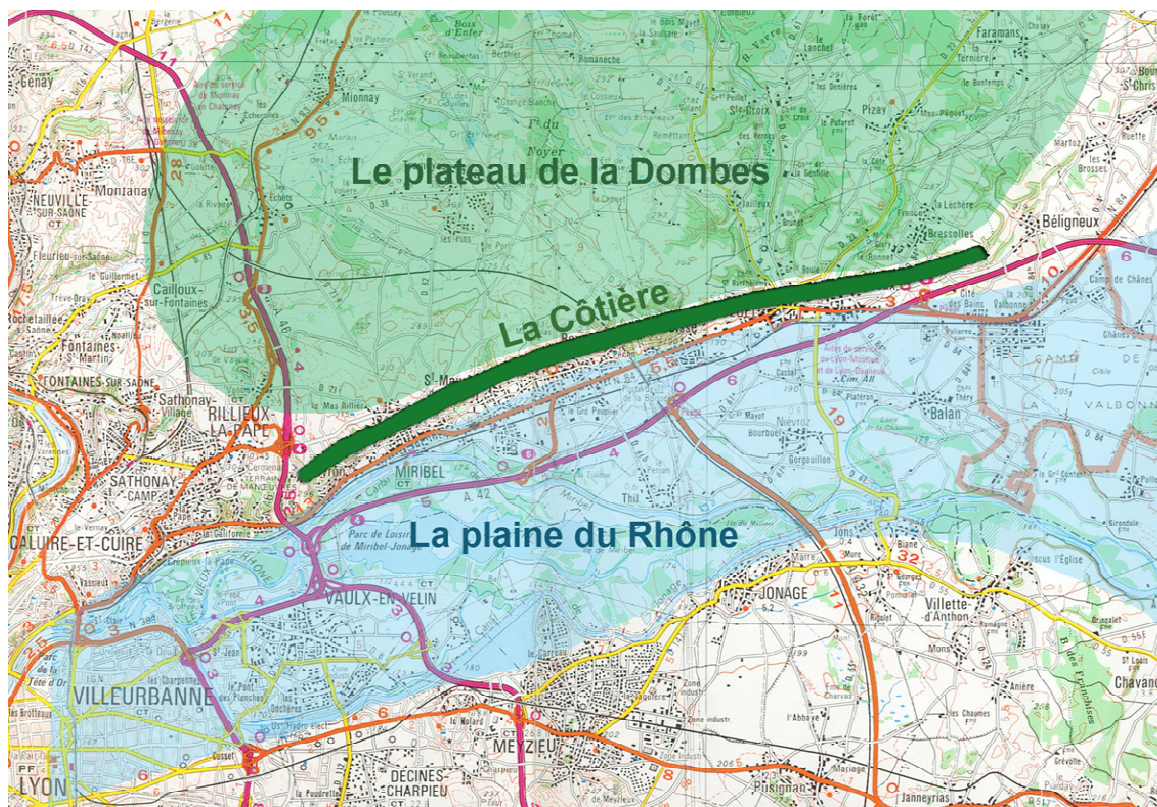


Proposition 5 : EIFFAGE (Neel architecte).



Conception architecturale du viaduc de la Côtière

Thomas Lavigne et Christophe Chéron, Architectes, et Didier Courtemanche, paysagiste





L'ouvrage existant

Les enjeux

- Faire vivre deux ouvrages côte à côte
- Identifier deux moyens de transports différents
- Accompagner la RD 1084
- Préserver la Côtère

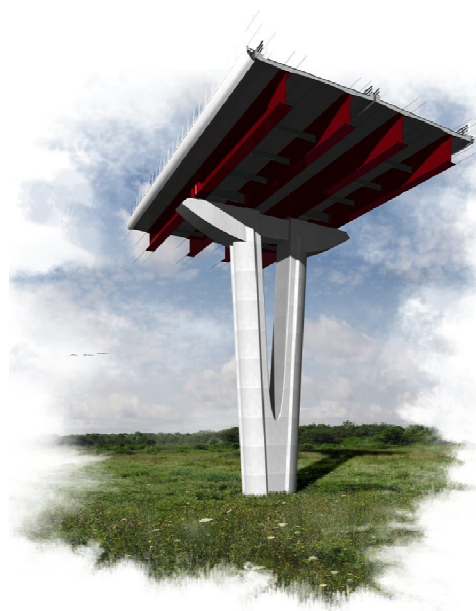
Le parti général d'aménagement

Un subtil équilibre entre :

- La différenciation des deux ouvrages
- Leur cohabitation à l'échelle du territoire



Les esquisses

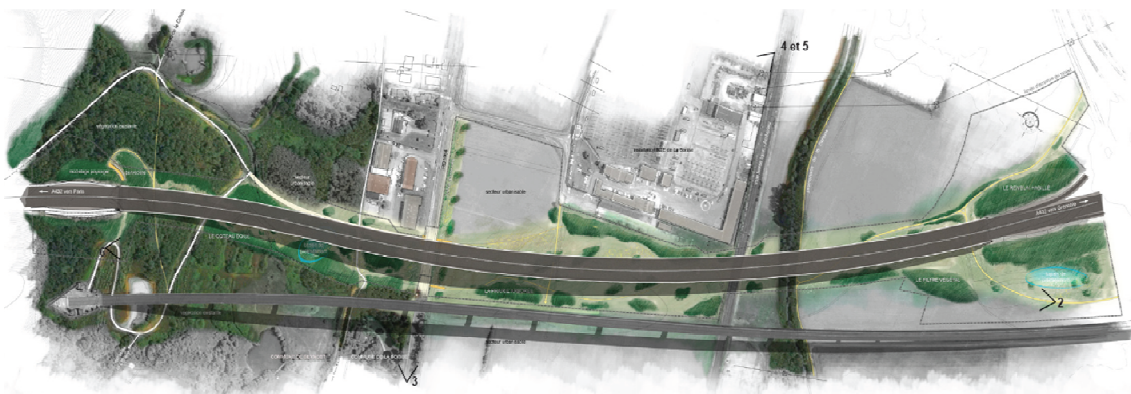




La répartition des travées

Conception technique des ouvrages du tronçon courant et des noeuds autoroutiers

Alain Truphémus et Jean-Yves Sablon, SETEC



Viaduc de la Côtère : Le programme du concours de conception réalisation

Tracé en S (rayons 1 600 et 2 200 m), pente de 4,2 %

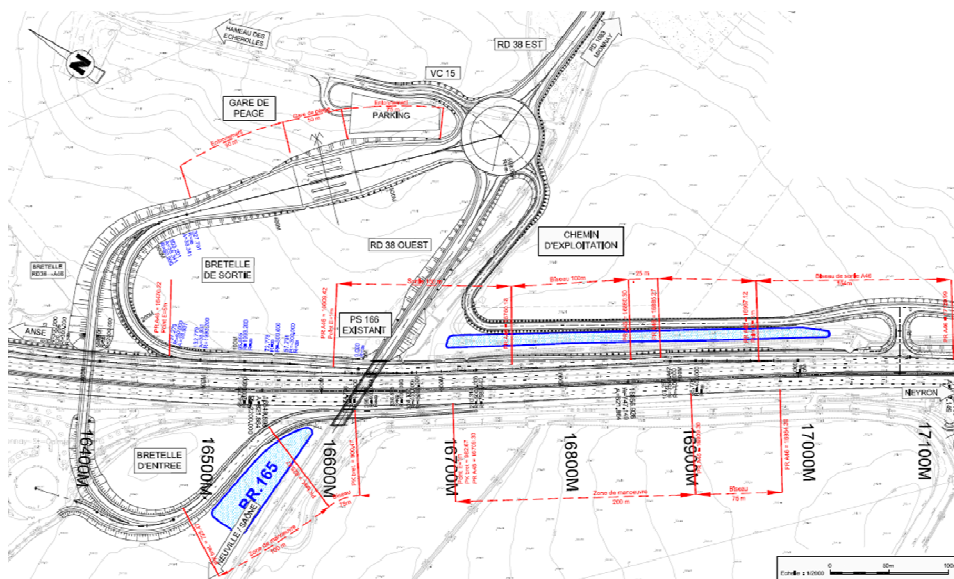
Longueur minimale du viaduc = 1 200 m

Réalisation de 100 m de « section courante » de part et d'autre de l'ouvrage

Mono ou bitablier à 2 x 2 voies + VSVL dans chaque sens

Construction en 26 mois

100% aux Eurocodes



Demi-diffuseur de la RD38



Conception technique du viaduc de la Côtère

Jean-Michel Eynaud, GTM TP Lyon

Les intervenants

DODIN CAMPENON BERNARD

GTM TP LYON

VINCI CONSTRUCTION TERRASSEMENT

EGIS Structures & Environnement « EGIS JMI »: Études techniques de la conception

AOA : Architecte

PAYSAGE PLUS : Paysagiste

CONFLUENCE : Etudes géotechniques

VCF BET : Contrôle externe de la conception + Études techniques du GC

CBTP BET : Contrôle externe de la conception + Études techniques du GC

Principales phases de l'appel d'offres

PHASE 1 : Etude préalable et choix de la solution (durée 5 à 6 semaines)

- Prise en charge du dossier - Première lecture du DCE
- Liste des différentes solutions envisageables
- Analyses multicritères et matricielles
- Présélection des meilleures solutions
- Pré-dimensionnement et pré-estimation financière
- Pré-analyse architecturale
- ➔ Arrêt du choix et validation de la solution retenue

Analyses multicritères et matricielles

Les principaux critères importants au moment du choix :

- Respect du cahier des charges = Programme
- Insertion architecturale et paysagère
- Insertion environnementale
- Economie du projet
- Maîtrise du planning des travaux
- Maîtrise technique
- Maîtrise des méthodes mises en œuvre
- Minimisation et maîtrise des aléas et des risques :
 - o Conception (Technique et géotechnique)
 - o Financier

Conception technique du viaduc de la Côtère

Mathieu Cardin, EGIS JMI

Inventaire des données et contraintes

Contraintes fonctionnelles :

- Tracé en plan : courbe (R = 1600 m) et contre-courbe (R = 2200 m)
- Profil en long :
 - o rayon parabolique rentrant (R = 6000 m)
 - o pente à 4.2%
 - o rayon parabolique rentrant (R = 6000 m)
- Profil en travers : 2 x 3 voies de circulation de 3.5 m - largeur de 27/28 m

- o Technique
- o Planning
- o

PHASE 2 : Etude détaillée de la solution retenue (durée 7 semaines)

Du côté du concepteur

Préparation au niveau APOA des documents suivants :

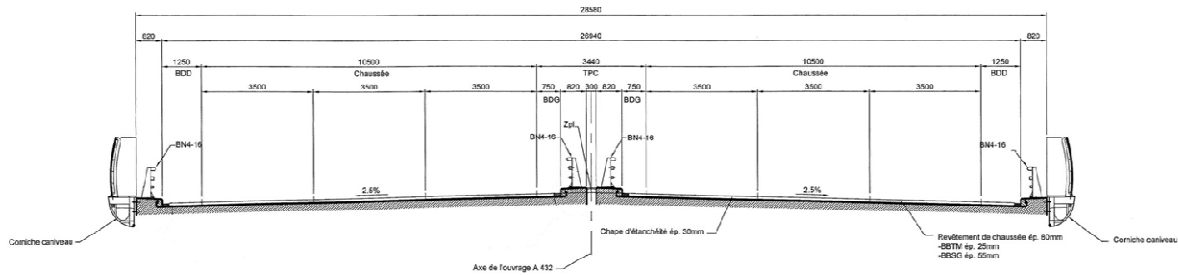
- Notes d'hypothèses
- Notes de calculs
- Synthèse géotechnique
- Plans, documents graphiques et architecturaux
- Sections de béton armé
- Ratio d'armatures
- Plan matière et poids de charpente métallique
- Métrés

Du côté du constructeur

- Planning détaillé de l'étude
- Organisation sommaire des pièces à remettre à l'offre
- Planning prévisionnel des travaux
- Cadre du détail estimatif global et forfaitaire
- Etude de prix et consultations
- Etudes et plans des méthodes
- Vérification des métrés
- Etablissement de l'ensemble des pièces à remettre à l'offre
- ➔ Assurer la coordination des différents intervenants

Les caractéristiques du projet

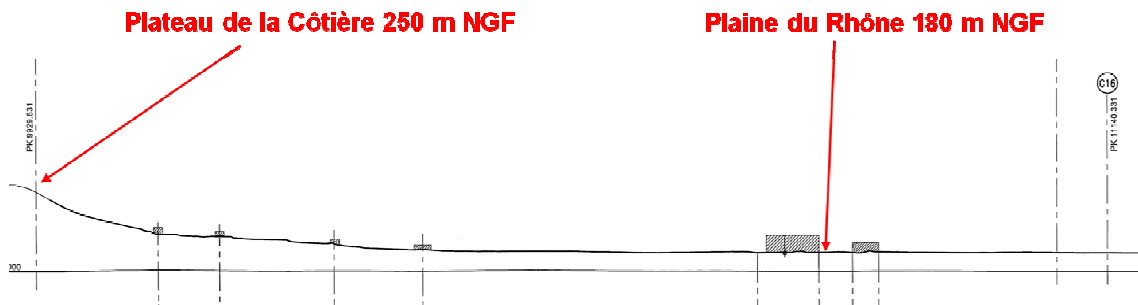
Longueur totale du viaduc seul :	1 210,5 m
Largeur du tablier :	28,58 m (2 x 14.14 + 0.30)
Surface de tablier :	34 300 m ²
Nombre de travées :	16 u (de 43 m à 88 m)
Hauteur maximale :	45 m
Délais :	36 mois au total
Délai de conception :	5 mois
Délai de construction :	26 mois
Délai de parachèvement :	5 mois
Montant du marché :	73,2 M€ H.T.



- Obstacles franchis et contraintes de site
 - o Accès SNCF à la ligne LGV
 - o Chemin de desserte locale
 - o RD 1084
 - o Galerie RTE enterrée + ligne ferroviaire Lyon - Ambérieu + chemin
 - o Ruisseau La Sereine et sa ripisylve + chemin d'exploitation
 - o Franchissement de 88 m et 84 m à assurer

Contraintes naturelles

- Topographie : Plateau de la Dombes au Nord - Plaine alluviale du Rhône au Sud



- Géologie :
 - o substratum molassique (tertiaire)
 - o sédiments glaciaires, fluvioglaciaires, fluviatiles anciens (quaternaire)
 - o alluvions fluviatiles modernes, cônes de déjection torrentiels, limons (quaternaire)
- Hydrogéologie / Hydraulique :
 - o La Sereine - lit majeur jusqu'au niveau de la culée Sud → zone inondable
 - o Nappe profonde
 - o Nappe aquifère (alluvions modernes)
- Sismicité : $a = 0.7$ à $1 \text{ m/s}^2 \rightarrow 1 \text{ m/s}^2$

Solutions envisagées

- Gamme de portée mini de 80 m
 - o béton précontraint (construit par encorbellements successifs)
 - o ossature mixte
- Si solution BP → portées mini de 125 m
 - o gammes de portées optimales des ponts BP
 - o diminuer les délais de construction

Règlements de calculs : application des Eurocodes

- Charges d'exploitation :
 - o NF EN 1991-2
 - o Mc120
 - o Porte-engins blindés Leclerc
- Justifications BA / BP - CM / OM - Géotechnique - Séisme

Contraintes de construction

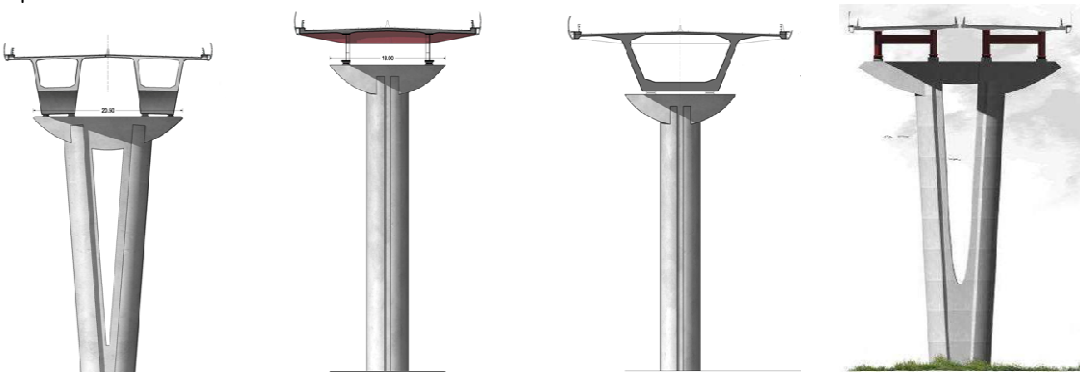
- Travaux : viaduc + plateformes autoroutières d'accès Nord et Sud = 1500 m au total
- Délai global d'exécution de 36 mois → délai court et donc contrainte importante à prendre en compte dès la conception



	BP	mixte
Inconvénients	poids → impact fondations	2 plateformes de lancement
	hauteur importante sur culées → conception culées / terrassements	
	contraintes de planning - délais plus contraignants : - finalisation des piles avant le tablier - multiplication des équipages mobiles et coffrages	
	moins satisfaisant architecturalement	
Avantages		simplicité de réalisation : - travail en parallèle sur les appuis et le tablier - préfabrication du hourdis
		élanement réduit

Mono-tablier / Bi-tablier

- Mono-tablier de 27/28 m de largeur en dehors des références classiques
- Conception compliquée des éléments transversaux massifs pour le mono-tablier
- La simplicité de réalisation de 2 tabliers mixtes de moindre ampleur contrebalance le temps accru de certaines opérations nécessitant d'être doublées

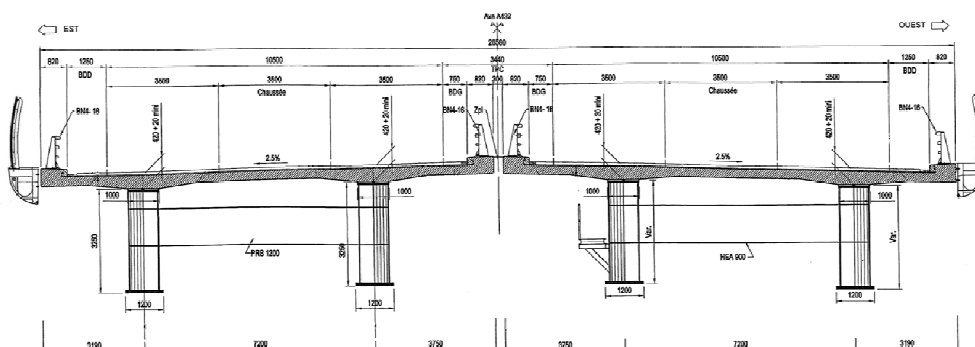


Solution retenue

Viaduc de 1210 m - 16 travées

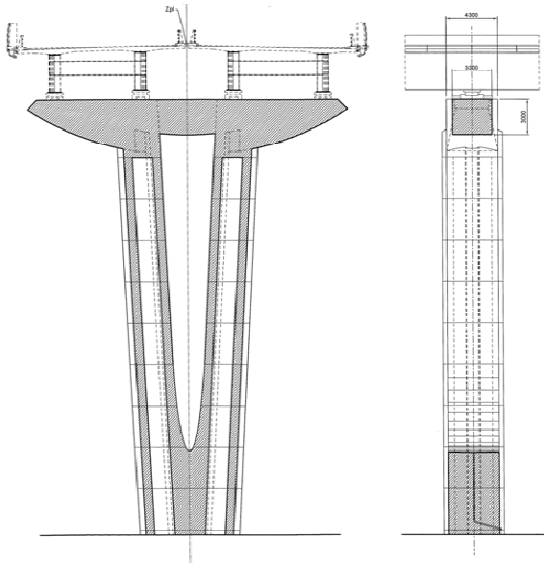
Tablier

- Poutres principales en I
 - o hauteur constante 3.25 m de C0 à P11 (élt = 1/27), puis variable (1.80 m mini sur C16)
 - o entraxe 7.20 m
 - o semelle inférieure 1200 mm - semelle supérieure 1000 mm
- Poids total de charpente = 8470 t
- Hourdis préfabriqué = 11300 m3



Appuis

- Elévation = Embase commune, 2 fûts, chevêtre
 - o hauteur maxi = 41 m (P5)
 - o 11400 m³ de béton
- Piles sur pieux forés
 - o 8 à 12 pieux par appui
 - o diamètre 1500 - longueur de 23 à 32 m
- Culées sur semelle superficielle
 - o C16 : couche compressible en profondeur - grand remblai
 - o C0 : stabilité du versant



Excentrement de 28 cm vers l'extérieur de la charpente par rapport à l'axe hourdis

Objectif :

- dimensionnement plus équilibré des 2 poutres
- répartition plus équilibrée des actions des superstructures excentrées
- dimensionnement à la fatigue

Tablier - Prise en compte de la courbure et du déversement semelles inférieures sur appui

- Justification du tablier droit (OM3)
- Prise en compte de la courbure (méthode forfaitaire)
- Majoration des moments sur la poutre extérieure à la courbure de l'ordre de + 9 à 10%
- Prise en compte du déversement des semelles inférieures comprimées

Tablier - Vérification au déversement des semelles inférieures sur appui

Méthode de l'Eurocode 4 : majoration des contraintes de plus de 15%

→ Calcul affiné car résultats trop défavorables

Calcul au second ordre (grand déplacement) :

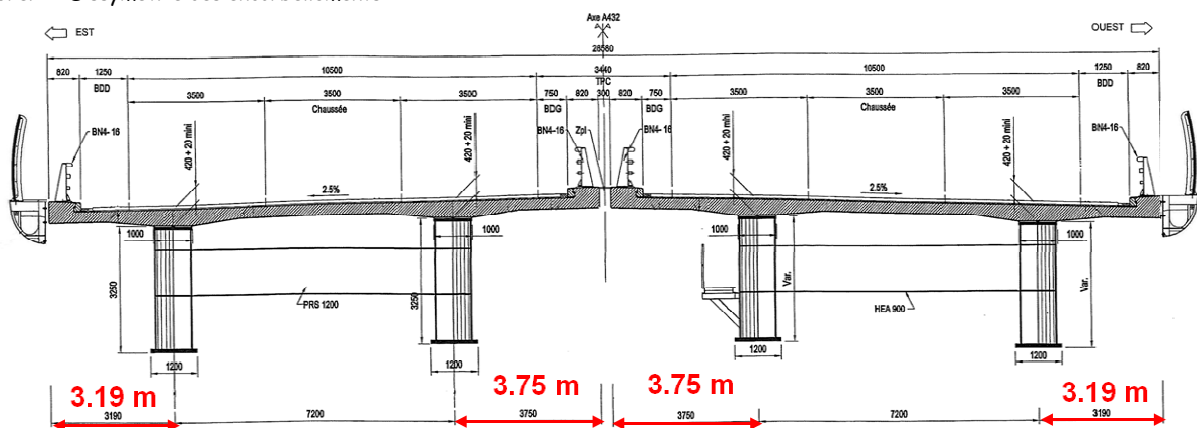
→ Moments et contraintes du second ordre

Conclusions du calcul au second ordre :

- Renforcement des entretoises sur appui et des 2 entretoises adjacentes
- Majoration de 2% sur appui
- Majoration de 8% de part et d'autre de l'appui

Particularités de conception

Tablier - Dissymétrie des encorbellements



Large chevêtre précontraint

- chevêtre de 27 m et consoles de 7.4 m
- précontrainte transversale droite en partie supérieure : 4 unités 27T15
- la précontrainte
 - o ouverture de fissure limitée à 0,3mm (ELS fréquent)
 - o limitation de la contrainte aciers passifs à 300 MPa

- o considérée comme un effort extérieur dans la section rétrécie
- phasage de construction : faisabilité de deux solutions
 - o lançage de la charpente avant mise en tension (traction maxi en fibre sup.)
 - o mise en tension des 4 câbles avant lançage (traction maxi en fibre inf.)

Accélération faible mais masses importantes

→ ouvrage sensible

Compromis entre 2 objectifs contradictoires :

- limiter les efforts dans les appuis
- maîtriser les déplacements

Appuis néoprènes :

Tablier sur appareils d'appui néoprène de grandes dimensions (1m x 1m) sur piles

→ filtrer les efforts dus au séisme (souplesse)

Néoprènes munis de plaque de glissement sur P1 à P3 et P12 à P15

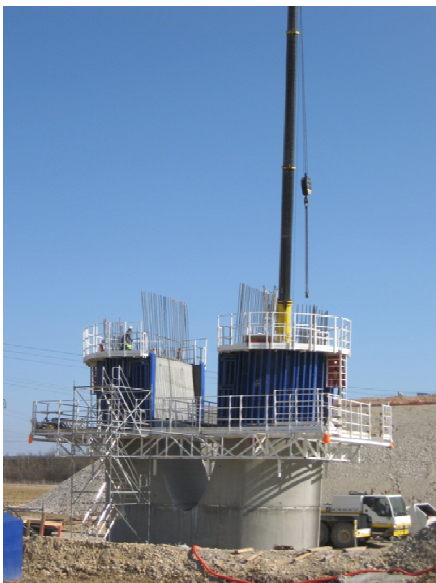
Le viaduc de la Côtère - Phase Travaux



Réalisation des pieux



Réalisation des semelles



Réalisation des fûts de piles



Réalisation des chevêtres de piles

Les manifestations régionales

Appuis éloignés du point fixe → libérer les dilatations sur ces appuis

Efforts en base des appuis

Piles P1 à P3 et P11 à P15

→ Modes propres des piles dus à la masse importante des chevêtres en tête (800 t)

Déplacement relatif des deux tabliers

Différence de charges UDL sur les 2 tabliers pour avoir les déplacements relatifs maxi (désynchronisation des deux tabliers)

Déplacement relatif transversal maxi sous séisme ~ 10 cm

→ dimensionnement du vide entre tabliers (30 cm) butées transversales



Assemblage de la charpente métallique sur la culée C16

