

Canton du Valais et Canton de Vaud

Rhône 3: Ponts routier et ferroviaire
de Saint-Triphon

Compte rendu du concours de projets

Les cahiers de la mobilité

Sion, mars 2020



Sommaire

1. Objet	p.4
2. Objectifs du concours	p.5
2.1 Visées	
2.2 Objectifs du maître de l'ouvrage	
3. Type de concours et appel de candidatures	p.6
4. Maître de l'ouvrage et organisateur	p.7
5. Calendrier du concours	p.8
6. Composition du jury	p.9
7. Préambule	p.10
8. Déroulement de la procédure	p.11
9. Examen préalable	p.12
10. Jugement	p.13-14
10.1 Cadre du jugement	
10.2 Phases du jugement	
10.3 Jugement final	
11. Classement des projets	p.15
12. Attribution des prix	p.16
12.1 Admission des projets à la répartition des prix	
12.2 Répartition des prix	
13. Recommandation du jury	p.17
14. Exposition des projets	p.18
15. Critique détaillée des projets primés	p.20-34

1. Objet

Cahier de la mobilité

La présente étude porte sur le concours d'ingénierie en vue de l'attribution d'un mandat d'ingénieur civil selon le règlement SIA 103 accompagné d'un architecte pour la prestation de conseils en architecture.

Il s'appuie sur le rapport du jury intitulé «Concours de projets. Des ponts routier et ferroviaire sur le Rhône à St-Triphon». Cette étude a été publiée à Monthey en date du 7 février 2018.

Indications de contexte :

- Rhône 3 / MP Chablais
- Route cantonale A201 (VS) / Jonction autoroutière Saint-Triphon (VD)
- Ligne TPC Monthey-Aigle

2. Objectifs du concours

2.1 Visées

La troisième correction du Rhône prévoit l'élargissement du lit du fleuve. En conséquence, certains ouvrages existants qui l'enjambent doivent être adaptés, voire remplacés. Dans cette optique, un concours portant sur les projets d'un nouveau pont routier et d'un nouveau pont ferroviaire destinés à remplacer le pont actuel a été organisé entre 2017 et 2018.

Il convenait que cet ouvrage réunisse ces deux types de mobilités sur un pont unique pour franchir le Rhône à la frontière des communes d'Ollon et de Monthey, à Saint-Triphon. Les données et les contraintes de ces nouveaux ouvrages avaient été définies dans le cadre d'un règlement spécifique.

2.2 Objectifs du maître de l'ouvrage

Sous réserve des voies de recours, du résultat des discussions portant sur les honoraires et les modalités d'exécution des prestations, de l'acceptation des crédits d'études et de constructions, des autorisations de construire, des délais référendaires et des modifications qui auraient pu être demandées par les maîtres d'ouvrage, ces derniers avaient exprimé leur intention de confier au groupement lauréat du concours le mandat complet pour l'étude et la réalisation des deux ponts.

3. Type de concours et appel de candidatures

Il s'agissait d'un concours de projets à un degré, dans le cadre d'une procédure ouverte, en conformité avec le règlement SIA 142, édition 2009. Il était accessible à une association d'ingénieur civil et d'architecte.

4. Maître de l'ouvrage et organisateur

Adjudicateurs :

Canton du Valais et canton de Vaud

Maîtres de l'ouvrage :

Le département de la mobilité, du territoire et de l'environnement du canton du Valais (DMTE)

Représenté par :

Le service de la mobilité (SDM),

Rue des Creusets 5 – 1951 Sion

et le département de l'infrastructure et des ressources humaines du canton de Vaud (DIRH)

Représenté par :

la direction générale de la mobilité et des routes (DGMR),

Place de la Riponne 10 – 1014 Lausanne

et transports publics du Chablais SA (TPC),

Rue de la Gare 38 – 1860 Aigle

Organisateur :

L'organisation du concours a été assurée par le Service de la Mobilité (SDM) du Canton du Valais et par la Direction générale de la Mobilité et des Routes (DGMR) du Canton de Vaud, avec l'appui du bureau Giacomini & Jolliet Ingénieurs SA en tant que BAMO.

5. Calendrier du concours

- L'ouverture du concours et la mise à disposition des documents a eu lieu à partir du 15 septembre 2017 :
- Les questions des participants ont été réceptionnées avant le 11 octobre 2017 (le cachet postal ayant fait foi) ;
- La remise des réponses du jury s'est achevée le 20 octobre 2017 ;
- La mise à disposition des documents du concours est intervenue jusqu'au 20 octobre 2017 (dans les cas où il y avait eu demande écrite) ;
- La remise des projets s'est terminée le 20 décembre 2017 à 12h00 ;
- La distribution des prix et le vernissage de l'exposition se sont déroulés le 8 mars 2018 au Théâtre du Crochetan, à Monthey ;
- L'exposition des projets a pris place du 9 au 17 mars 2018 au Théâtre du Crochetan, à Monthey ;
- Le mandat (qui était conditionné par un éventuel recours et par les points mentionnés au §11) a débuté le 1er mai 2018.

6. Composition du jury

Le jury désigné par les maîtres d'ouvrage était composé des personnes suivantes :

Président et représentant du maître de l'ouvrage :

M. Eugen Brühwiler, Prof. EPFL, Dr ingénieur civil ETHZ-SIA

Vice-président :

M. Philippe Venetz, architecte HES-SIA, Architecte cantonal – Valais, Sion

Membres non professionnels [par ordre alphabétique] :

Me Stéphane Coppey, Avocat, Président de la Ville de Monthey

M. Grégoire Praz, lic. HEC, Directeur des Transports publics du Chablais SA – Vaud, Aigle

Membres professionnels [par ordre alphabétique] :

M. Tony Arborino, Ingénieur civil EPFL, Chef de l'Office cantonal de la troisième correction du Rhône – Valais, Sion

M. Pierre Bays, Ingénieur civil EPFL-SIA, Chef de la Division infrastructure routière, DGMR – Vaud, Lausanne

M. Ueli Brauen, Architecte EPFL-FAS-SIA, Ingénieur HES, Brauen-Wälchli Architectes – Vaud, Lausanne

M. Pierre-Yves Gruaz, Architecte EPFL, Directeur général de la DGMR – Vaud, Lausanne

M. Eric Gysin, Ingénieur civil EPFL-SIA, Synaxis SA Lausanne – Vaud, Lausanne

M. Jean-Christophe Putallaz, Ingénieur civil EPFZ-SIA, Chef de la Section IRT, SDM – Valais, Sion

Mme Christiane von Roten, Architecte EPFL-SIA, Pont 12 – Vaud, Chavannes-près-Renens

Suppléants [par ordre alphabétique] :

M. Stéphane Corthay, Ingénieur civil EPFL, Responsable de la Section ouvrages d'art, DGMR – Vaud, Lausanne

M. Éric Duc, Ingénieur civil HES, Infrastructures routières – Valais, Sion

M. Grégoire Favre, Ingénieur civil EPFL, Chef de projet AOMC – Transports publics du Chablais SA – Vaud, Aigle

M. Vincent Pellissier, Dr Ingénieur civil EPFL-SIA, Ingénieur cantonal, SDM – Valais, Sion

Spécialistes-conseils [par ordre alphabétique] :

M. Jacky Aymon, Ingénieur civil EPFZ, Section IRT, SDM – Valais, Sion

M. Michel Noez, Ingénieur génie rural HES, Directeur Chablais troisième correction du Rhône – Valais, Evionnaz

M. Jean-Marc Rey, Géologue, bureau Geoval ingénieurs-géologues SA – Valais, Sion

Secrétaire de la procédure :

M. Bruno Giacomini, Ingénieur civil EPFL-SIA, BAMO de la procédure de concours.

7. Préambule

Le jury avait tout d'abord voulu remercier les maîtres d'ouvrage d'avoir organisé ce concours dans l'optique de confier le mandat d'étude et de réalisation des ponts routier et ferroviaire sur le Rhône à Saint-Triphon.

Par leur participation importante, les ingénieurs et les architectes avaient confirmé tout l'intérêt qu'ils portaient à cette forme de mise en concurrence. Celle-ci leur avait offert l'opportunité de mettre en évidence leur ingéniosité et leur créativité tout en étant évalués sur cette base.

Les maîtres d'ouvrage notèrent que ce processus avait fourni des réponses diversifiées et pertinentes aux questions posées. Ils avaient pu par ce biais comparer les avantages respectifs des différents concepts.

Les membres du jury assurèrent avoir bien pris la mesure de la somme de travail consentie par chaque candidat. Ils ajoutèrent que cette abondance de propositions avait, de façon logique, enrichi le débat au sein du jury, que ce soit sur le plan technique, architectural ou paysager.

La collaboration des ingénieurs et des architectes avait mis au jour une grande richesse en matière de solutions possibles pour un site au contexte contraignant et dont l'interprétation ne s'imposait pas avec évidence.

Pour l'ensemble de ces raisons, le jury tint à exprimer à nouveau sa reconnaissance à tous les concurrents, ingénieurs et architectes qui avaient participé au concours. Il les félicita pour le travail de qualité et pour l'effort qu'ils avaient consentis.

8. Déroulement de la procédure

La procédure était soumise à la législation relative aux marchés publics. Le règlement-programme avait été certifié conforme au règlement des concours d'architecture et d'ingénierie SIA 142. Il fut lancé le 15 septembre 2017 par la publication de l'avis de sa tenue sur simap.ch, ainsi que dans la revue TRACÉS. Aucune visite du site ne fut organisée, celui-ci étant accessible en tout temps.

83 questions furent posées dans le délai fixé au 11 octobre 2017 (51 sur le site simap-VS et 32 sur le site simap-VD). Le jury répondit à l'ensemble d'entre elles le 20 octobre 2017 via la plateforme simap.

28 concurrents avaient remis un projet dans les délais impartis, à savoir le 20 décembre 2017. Tous ces projets furent déposés ou transmis par voie postale à l'adresse de l'étude du notaire Alphonse-Marie Veuthey, à Monthey. Aucune maquette n'avait été exigée.

9. Examen préalable

Le contrôle formel de recevabilité des projets fut effectué le 22 décembre 2017 à l'étude du notaire Alphonse-Marie Veuthey à Monthey par MM. Jean-Christophe Putallaz, Éric Duc, Stéphane Corthay et Bruno Giacomini, respectivement organisateurs et BAMO de la procédure. Les 28 projets furent ensuite numérotés dans l'ordre aléatoire de l'ouverture des dossiers de 1 à 28.

Le contrôle des conditions imposées par le règlement du concours et le règlement SIA 142 relatives au respect des délais, à l'anonymat et aux documents exigés s'était révélé conforme pour l'ensemble des projets. Dès lors, tous furent considérés comme recevables pour la suite de la procédure.

Leur vérification technique avait porté sur les données du cahier des charges du concours, de même que sur la prise en compte des réponses aux questions. Elle fut effectuée par MM. Jean-Christophe Putallaz, Jacky Aymon et Bruno Giacomini le 17 janvier 2018 à Monthey.

A l'issue de ce contrôle, il avait été constaté que :

- plusieurs planches des projets étaient incomplètes au niveau des informations demandées au §17 du règlement ;
- certaines propositions s'écartaient des tracés routier et ferroviaire mentionnés dans le cahier des charges, à savoir l'implantation en plan et/ou en élévation.

10. Jugement

10.1. Cadre du jugement

Le jury s'était réuni une première fois le 6 février 2018 dans les locaux du Théâtre du Crochetan à Monthey dans le but d'examiner les projets exposés.

Tous les membres du jury avaient reçu à partir du 27 décembre 2017 un lien pour télécharger les documents numériques de chaque concept (sous embargo et en exclusivité).

10.2. Phases du jugement

En introduction aux travaux du jury, le résultat de l'examen préalable des projets lui avait été communiqué. Après délibération et par souci d'ouverture, celui-ci avait admis que les modifications de tracé relevées étaient indissociables du parti adopté par les concurrents et que ces projets, dans la mesure où ils étaient retenus pour le choix final, seraient reconsidérés en vue d'une éventuelle exclusion des prix.

En ce qui concernait les informations manquantes, le jury en avait tenu compte lors de l'analyse et de la sélection des projets dans la mesure où ces lacunes risquaient de nuire à la bonne compréhension d'une proposition.

Le jury avait d'abord rappelé les critères de jugement annoncés dans le programme, à savoir :

- le respect du cahier des charges (programme, objectifs et contraintes) ;
- l'insertion du projet dans son environnement, y compris le traitement des abords de l'axe (coulées, murs d'aile, talus, etc.) ;
- la qualité de la conception structurale et son adéquation avec l'expression architecturale ;
- la faisabilité d'exécution et la prise en considération des contraintes et exigences techniques imposées aux infrastructures et équipements existants durant la phase de construction ;
- l'économie générale du projet, ce qui incluait une durabilité élevée et un entretien en exploitation minimum.

L'ordre dans lequel ces critères étaient mentionnés ne correspondait pas à leur degré de priorité.

Puis, le jury avait parcouru et commenté les planches de chaque projet. Aucune décision d'élimination n'avait toutefois été prise durant cette consultation.

10.3 Jugement final

Au vu des propositions reçues, le jury débattit dans un premier temps de la relation des ouvrages présentés avec leur environnement, de leur relation entre eux, de même que de leur caractère.

Le jury se rallia en définitive aux conditions du règlement du concours qui préconisait deux ouvrages distincts susceptibles de répondre à l'ensemble des contraintes et objectifs futurs d'exploitation.

Sur cette base, le jury effectua une révision de chaque projet en procédant à trois tours de sélection avec élimination progressive de ceux-ci. Seule l'unanimité de ses membres était requise pour valider leur écartement de la suite du processus. Aucun d'eux ne fit l'objet d'un repêchage.

Avant l'établissement du classement final, le jury se rendit in corpore sur le site afin de consolider, à échelle réelle, sa propre perception des projets sélectionnés.

Après avoir entrepris un examen approfondi de chacun d'entre eux et écouté les préoccupations des maîtres de l'ouvrage, le jury procéda à une critique détaillée de chaque concept retenu (ces analyses font l'objet du chapitre 16 du présent cahier).

11. Classement des projets

Considérant l'ensemble des critiques, le jury établit le classement suivant, à la majorité pour l'attribution des rangs :

1er rang :	N° 8 — Bonnie & Clyde
2e rang :	N° 24 — Sixtus
3e rang :	N° 11 — Pièces manquantes
4e rang :	N° 28 — Dioscuri
5e rang :	N° 15 — Dupond et Dupont

12. Attribution des prix

12.1 Admission des projets à la répartition des prix

Après un contrôle supplémentaire de conformité aux conditions du cahier des charges, il fut confirmé que les cinq projets répondaient aux exigences de celui-ci. Ils furent par suite tous admis à la répartition des prix. Aucune mention ne fut attribuée.

12.2 Répartition des prix

Le montant total à disposition du jury pour les prix, mentions et indemnités était de CHF 300'000.- HT.

Afin de prendre en compte les critiques formulées lors du jugement, le jury le répartit comme suit:

- 1er prix: N° 8 - Bonnie & Clyde CHF 90'000.-
- 2e prix: N° 24 - Sixtus CHF 80'000.-
- 3e prix: N° 11 - Pièces manquantes CHF 55'000.-
- 4e prix: N° 28 - Dioscuri CHF 45'000.-
- 5e prix: N° 15 - Dupond et Dupont CHF 30'000.-

13. Recommandation du jury

À l'unanimité, le jury recommanda au maître de l'ouvrage d'attribuer la suite des études (en conformité au point 11 du règlement-programme) aux auteurs du projet «Bonnie & Clyde», classé au premier rang et ayant reçu le premier prix.

Avant de mettre en œuvre leur projet, les auteurs de «Bonnie & Clyde» devaient cependant intégrer les critiques émises par le jury dans son rapport. Ils eurent plus particulièrement à reconsidérer les points suivants :

- les piles devaient être simplifiées et retravaillées dans le langage des superstructures ;
- le passage entre le pont existant et son prolongement était également à réexaminer ;
- la cohérence des gabarits transversaux de la chaussée du pont routier, notamment l'intervalle résiduel entre les voies de circulation, devait être repensée.

14. Exposition des projets

La remise officielle des prix eut lieu lors du vernissage de l'exposition des projets qui se déroula en présence des représentants des maîtres de l'ouvrage et d'une délégation du jury le jeudi 8 mars 2018 au Théâtre du Crochetan, à Monthey.

Les projets furent exposés du vendredi 9 mars 2018 au 17 mars 2018 dans le hall du Théâtre du Crochetan, à Monthey.

15. Critique détaillée des projets primés

1er rang - 1er prix: Projet N° 8 «Bonnie & Clyde»

L'approche conceptuelle consistait ici à mettre en évidence l'histoire du franchissement et de la correction du Rhône par la valorisation de l'importante qualité esthétique et technique du pont actuel de 1986. Celui-ci est destiné à accueillir la nouvelle voie routière. Il sera prolongé en reprenant le concept structurel du tablier existant.

Le nouveau pont ferroviaire, en amont, sera aligné sur le tablier du pont routier et dialoguera avec lui. Une section moderne avec des surfaces externes inclinées, des poutres latérales et de l'intrados renforcera l'élancement de la poutre continue du pont ferroviaire.

Cette uniformité architecturale a été considérée comme convaincante au niveau des superstructures des deux ponts. Le jury s'était par contre interrogé sur la pile massive du pont routier qu'il trouvait trop expressive et qui demandait pour cette raison à être retravaillée.

Le cahier des charges du concours a été bien respecté. L'exécution du projet a de ce fait été estimée faisable en tenant compte des contraintes et exigences techniques imposées, en particulier durant la phase de construction.

La préservation et la remise en état du pont existant induiront un projet économique avec un coût de réalisation de 30 à 40% meilleur marché par rapport aux modèles de nouvelle construction intégrale. Les connaissances actuelles en matière de durabilité des constructions seront appliquées, ce qui laisse escompter un entretien minimal.

Ce projet produit une image prononcée et en même temps harmonieuse entre existant et nouveau, accentuée par l'élégance et l'élancement des systèmes porteurs. L'intervention est proportionnée par rapport à l'échelle du site qu'elle s'apprête à revaloriser.

Les principes d'un développement durable, dans lesquels les projets de la correction du Rhône s'inscrivent en premier lieu, ont en outre été largement respectés.

BONNIE ET CLYDE Concours de projets des ponts routier et ferroviaire sur le Rhône à St-Triphon



Le projet de la 3ème correction du Rhône prévoit l'élargissement du lit du Rhône. En conséquence, certains ouvrages existants sur le fleuve doivent être adaptés. Le présent concours concerne les projets d'un pont routier et d'un pont ferroviaire, en alternative à l'actuel pont ferroviaire et route de Saint-Triphon, situé à la frontière des communes d'Ollon (Vaud) et de Monthey (Valais).

Les objectifs fonctionnels sont de fluidifier et améliorer le trafic des véhicules sur la route cantonale et de rendre le trafic ferroviaire plus performant.

Le pont actuel répond parfaitement aux exigences statiques et fonctionnelles de nos jours. Sa durée d'utilisation est encore longue. Il présente des qualités structurelles évidentes et surprend, avec ses arcs très élancés, par son élégance architecturale et sa bonne implantation dans l'environnement.

Le gabarit actuel suffit aux besoins futurs du trafic routier et piéton.

Tous ces points parlent en faveur du maintien du pont actuel. L'intervention proposée est donc respectueuse de la structure existante et de son environnement, en accord avec les principes d'un développement durable.

Le pont sur le Rhône relie un petit quartier industriel (rive Ouest) et une zone agricole (rive Est) qui s'étend jusqu'à l'autoroute A9 parallèle au Rhône. Le pont est un passage important pour le réseau routier dans la plaine du Chablais.

Il relie les communes de Collombey-Muraz et d'Ollon et dessert la sortie d'autoroute de St-Triphon. Les liaisons transversales dans la vallée du Rhône étant peu nombreuses (avec chaque kilomètre, il est d'autant plus important de soigner leur conception. Cependant, il n'est, à notre avis, pas nécessaire de mettre spécialement en évidence cet ouvrage avec un geste trop important.

Nous proposons donc une structure aussi élégante que possible, qui s'intègre avec harmonie dans le paysage et son milieu périurbain sans pour autant perturber.

Pour la prolongation de l'ouvrage actuel, nous proposons une travée supplémentaire de 47m conçue comme poutre simple. Le but est de laisser en évidence l'histoire du pont actuel tout en créant une uniformité architecturale.

Le concept structurel reprend celui du tablier existant, sans la construction des arcs. La section longitudinale du nouveau tablier est donc la même

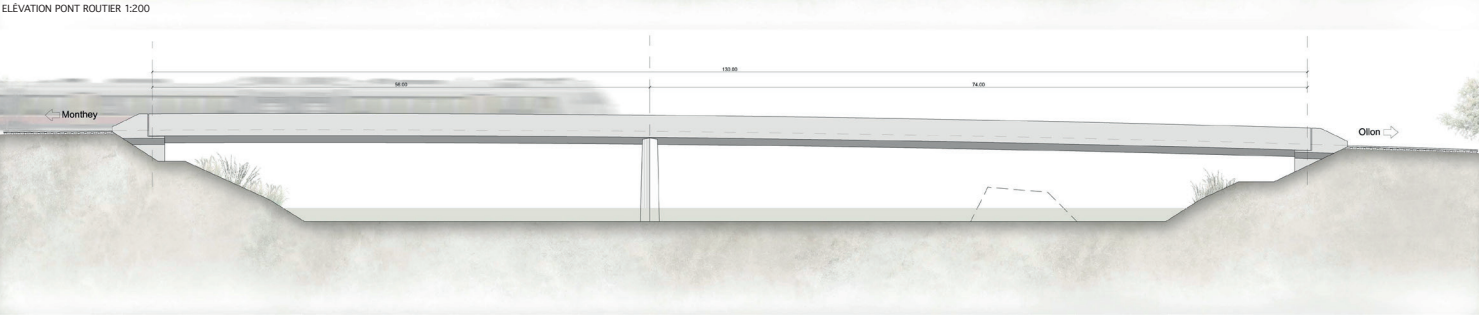
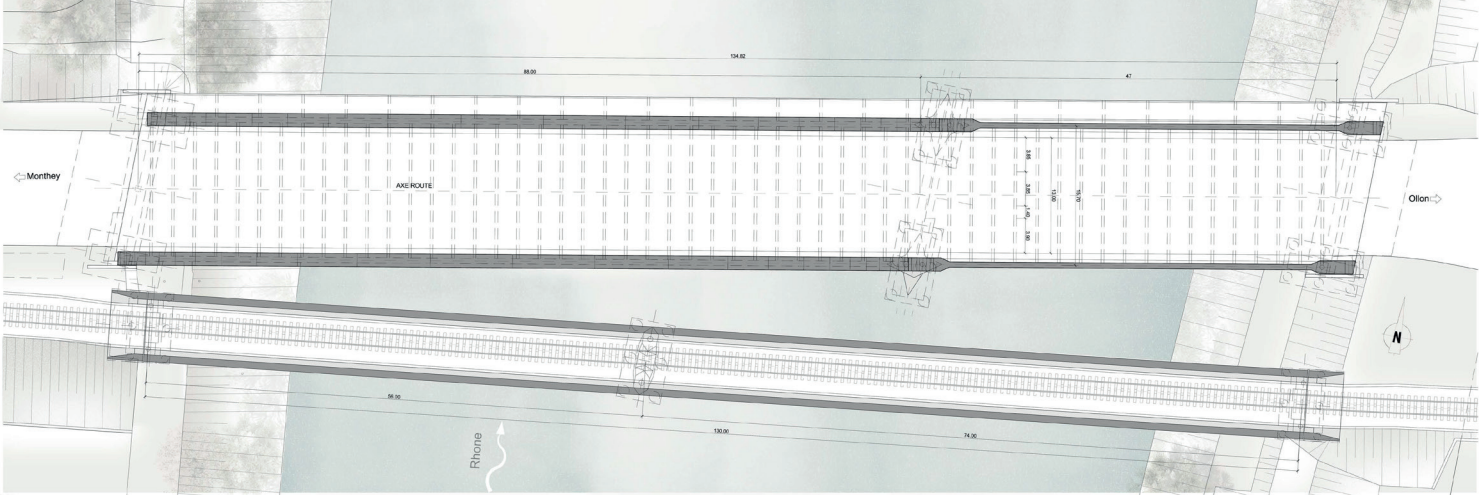
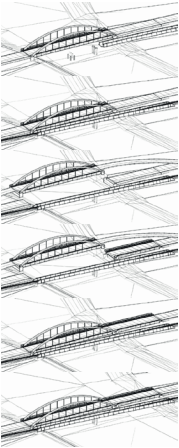
que celle du pont existant. Les poutres latérales ont les mêmes dimensions (2.5 x 0.6 m). L'épaisseur des ailes est de 80 mm et la typologie d'acier utilisée est S460. Ce choix permet d'économiser de la matière tout en remplissant les critères d'aptitude au service.

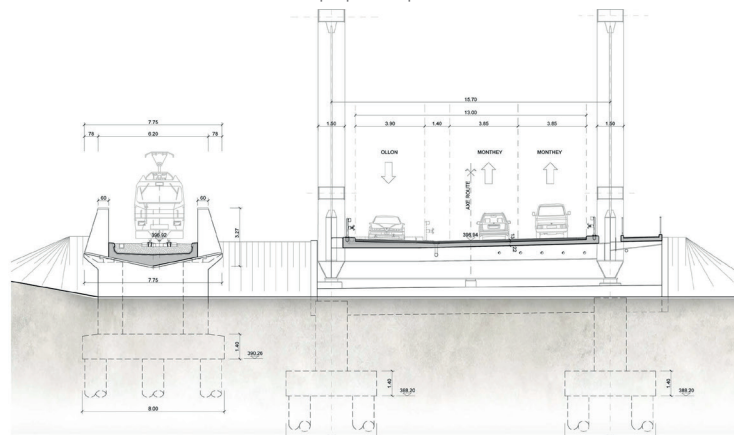
Pour le projet du pont ferroviaire, nous avons opté pour un concept aligné sur le pont routier sans entrer en concurrence avec celui-ci.

Le projet inclut un pont bipoutre misé à deux travées de 56 m et 74 m pour une longueur totale de 130 m. Les entretoises, à hauteur variable et distantes de 2.50 m, prennent appui sur les poutres maîtresses composées soudées qui, comme celles du pont routier, ont une hauteur de 2.5 m.

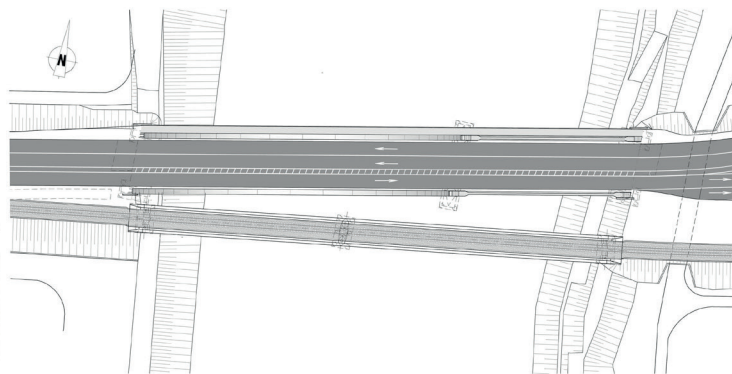
On obtient une ligne claire et simple qui se rapporte à la structure du pont routier. La forme inclinée de la surface externe des poutres latérales et de l'intrados donne un aspect plus élancé à la structure.

Ce projet, visant à limiter les coûts et la durée des travaux, dégage une image forte et harmonieuse et s'intègre parfaitement dans son milieu en laissant transparente l'histoire des ouvrages existants.

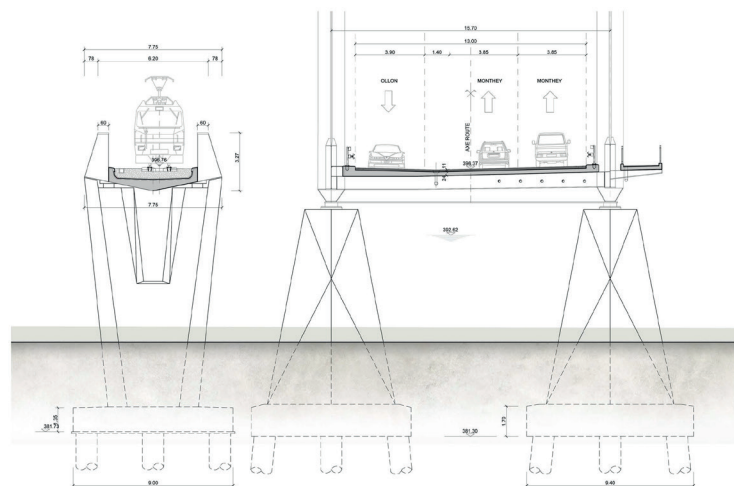




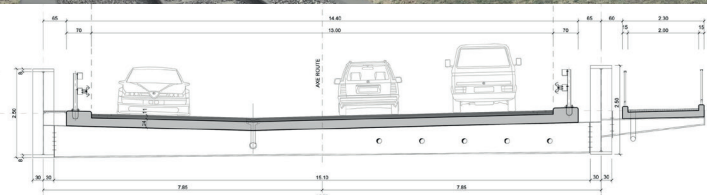
ELEVATION TRANSVERSALE CULÉE VALAIS 1:100



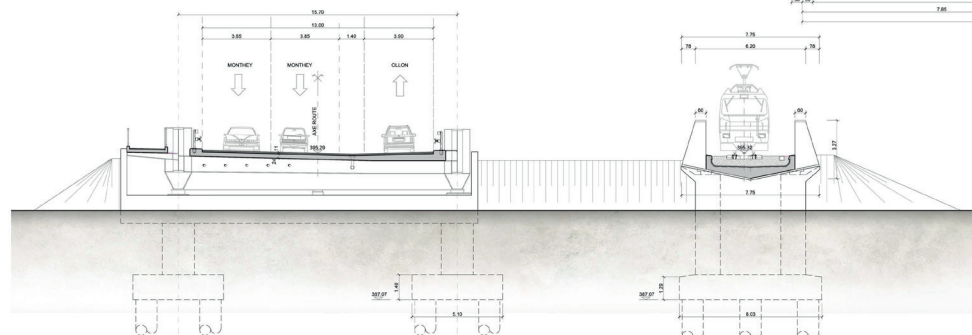
PLAN DE SITUATION 1: 500



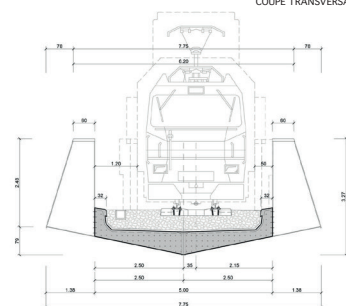
ELEVATION TRANSVERSALE PILES 1:100



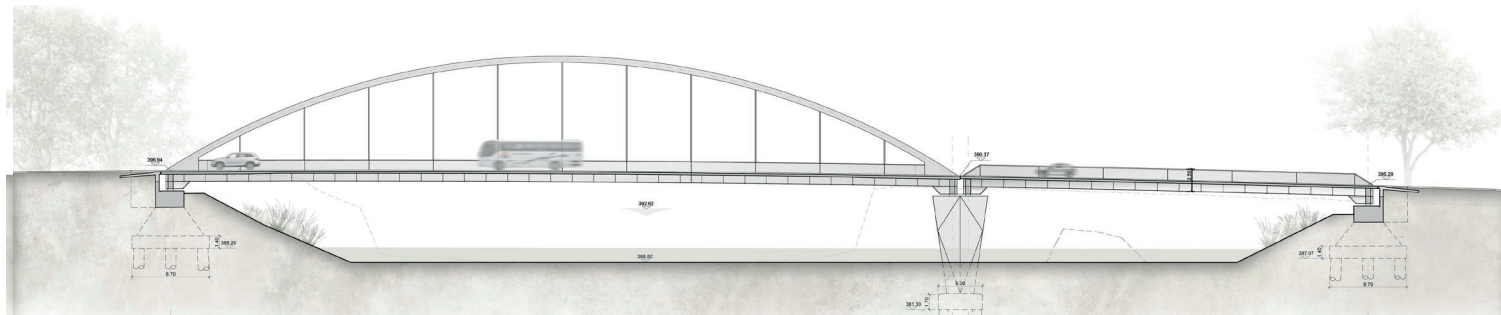
COUPE TRANSVERSALE PONT ROUTIER 1:50



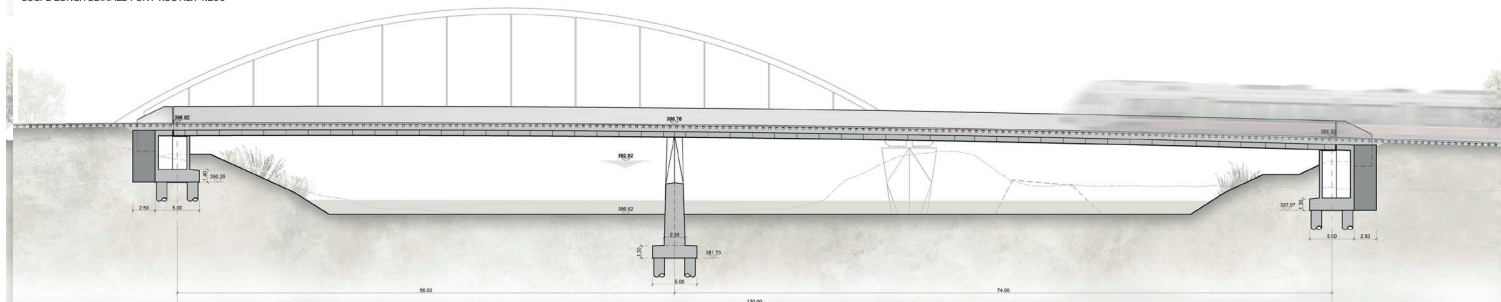
ELEVATION TRANSVERSALE CULÉES VAUD 1:100



COUPE TRANSVERSALE PONT FERROVIAIRE 1:50



COUPE LONGITUDINALE PONT ROUTIER 1:200



COUPE LONGITUDINALE PONT FERROVIAIRE 1:200

2e rang – 2e prix: N° 24 «Sixtus»

Ce projet proposait deux ponts distincts qui auraient formé un trait d'union entre les deux rives du Rhône.

D'une hauteur identique, les poutres maîtresses des deux ouvrages auraient été placées à la même altitude pour une meilleure insertion au site, renforçant l'horizontalité du fleuve. Pour obtenir cette disposition, le profil en long de la route devait être abaissé, sans toutefois remettre en cause la faisabilité du projet.

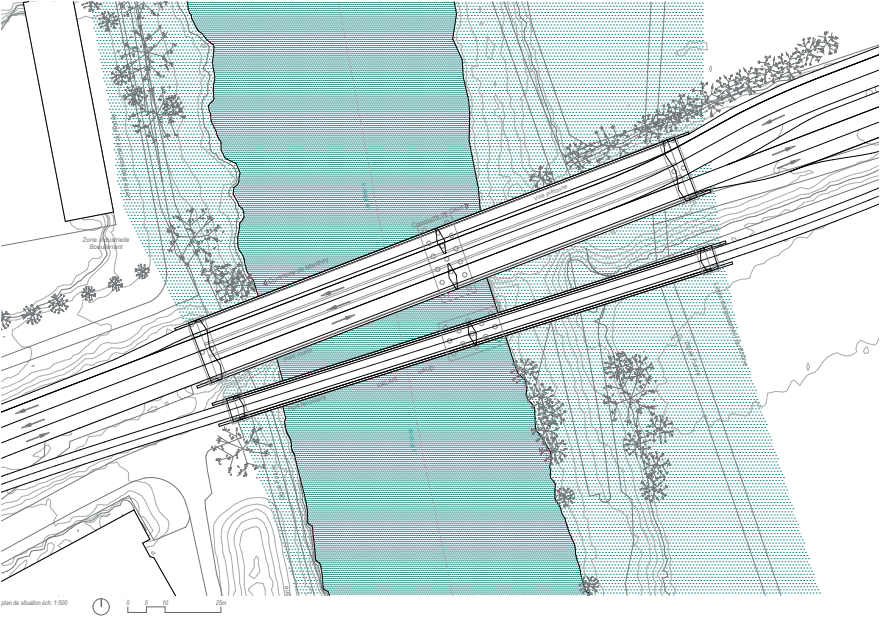
L'expression en second plan des piles et des culées par un changement de matérialité et de couleur aspirait à être en adéquation avec l'esprit du projet, laissant le trait rouge franchir d'un seul geste la grande portée. Le jury apprécia la proposition du point de vue architectural de par la référence faite au caractère industriel du site.

La structure des ouvrages était, selon lui, éprouvée. Elle évoquait les ponts métalliques de la fin du XIXe siècle. Ce concept aurait trouvé son identité contemporaine en perforant les âmes des poutres en fonction de l'amplitude des efforts tranchants et par l'usage de la couleur.

Les étapes de réalisation envisagées auraient en revanche nécessité la construction d'une pile provisoire dans le lit actuel du Rhône. Les contraintes et exigences posées étaient sans cela respectées. Sa conception simple en aurait fait, de surcroît, un ouvrage économique.

Cette proposition séduisit le jury par son geste calme et élégant autant que par une mise en œuvre aisée et rationnelle. Ses membres avaient toutefois regretté que le concurrent n'ait pas imaginé un aménagement des rives en cohérence avec la future correction du Rhône. Celle-ci va supprimer l'endiguement du fleuve et valoriser ses rives par des cheminements piétons.

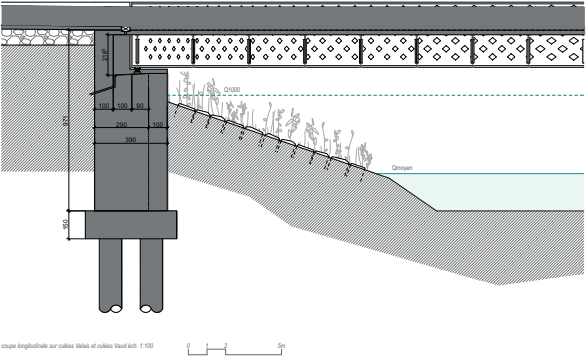
Sixtus



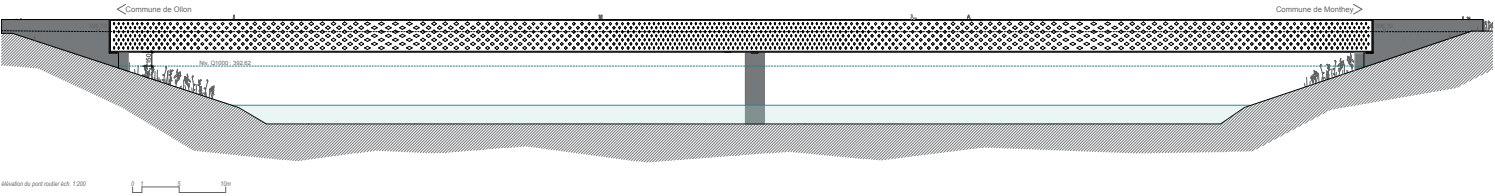
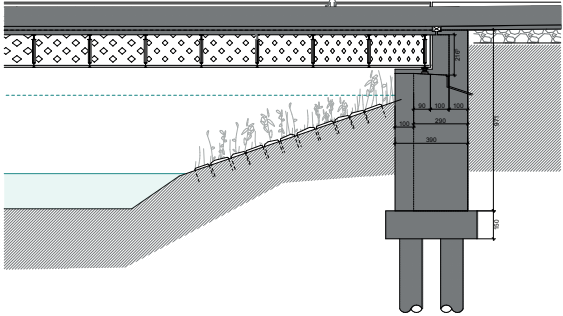
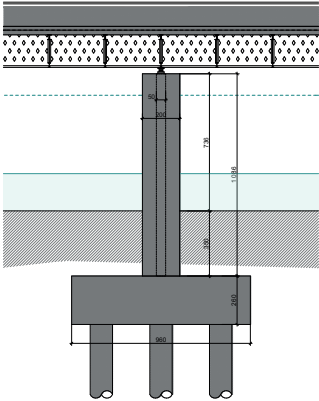
vue du pont fermoir, de nuit



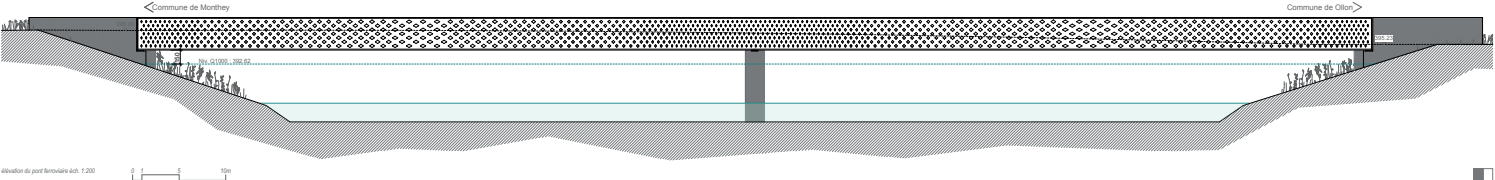
vue du pont maître, de jour



coupe longitudinale sur culées latérales et culée Nord éch. 1:100



alignement du pont maître éch. 1:200



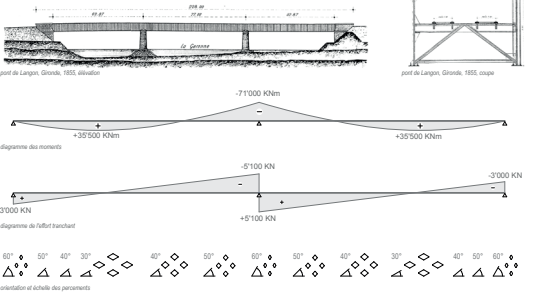
alignement du pont fermoir éch. 1:200

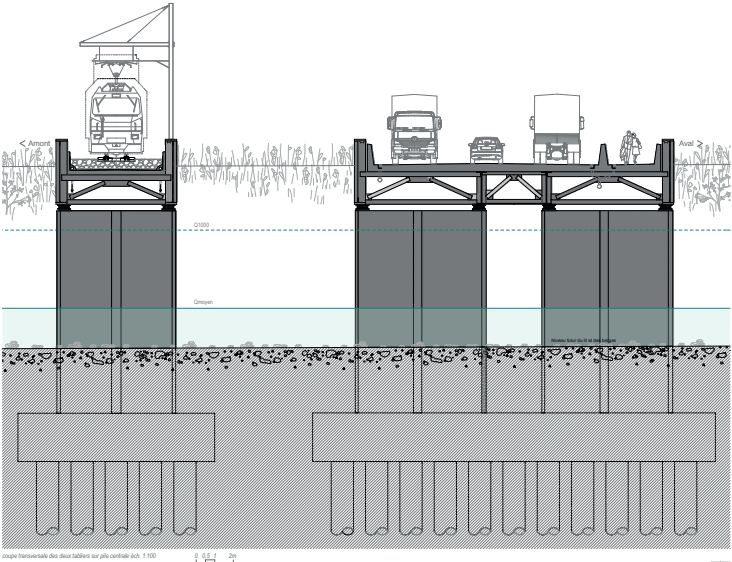
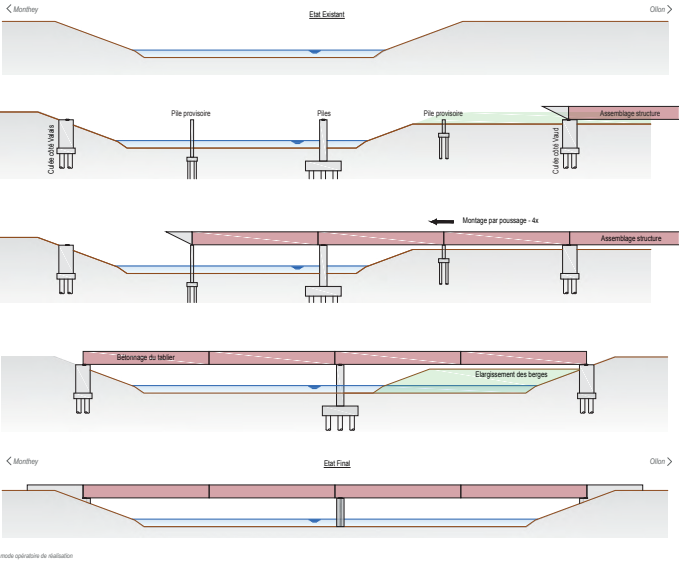
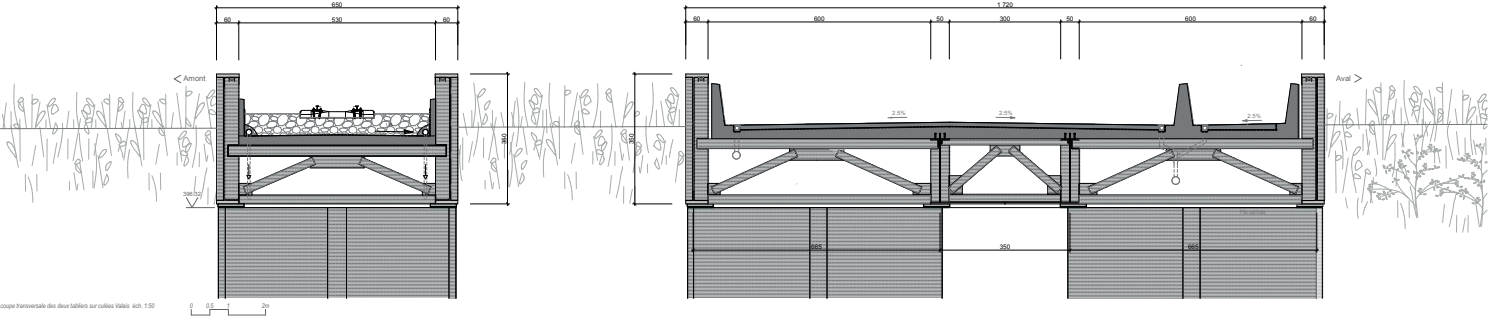
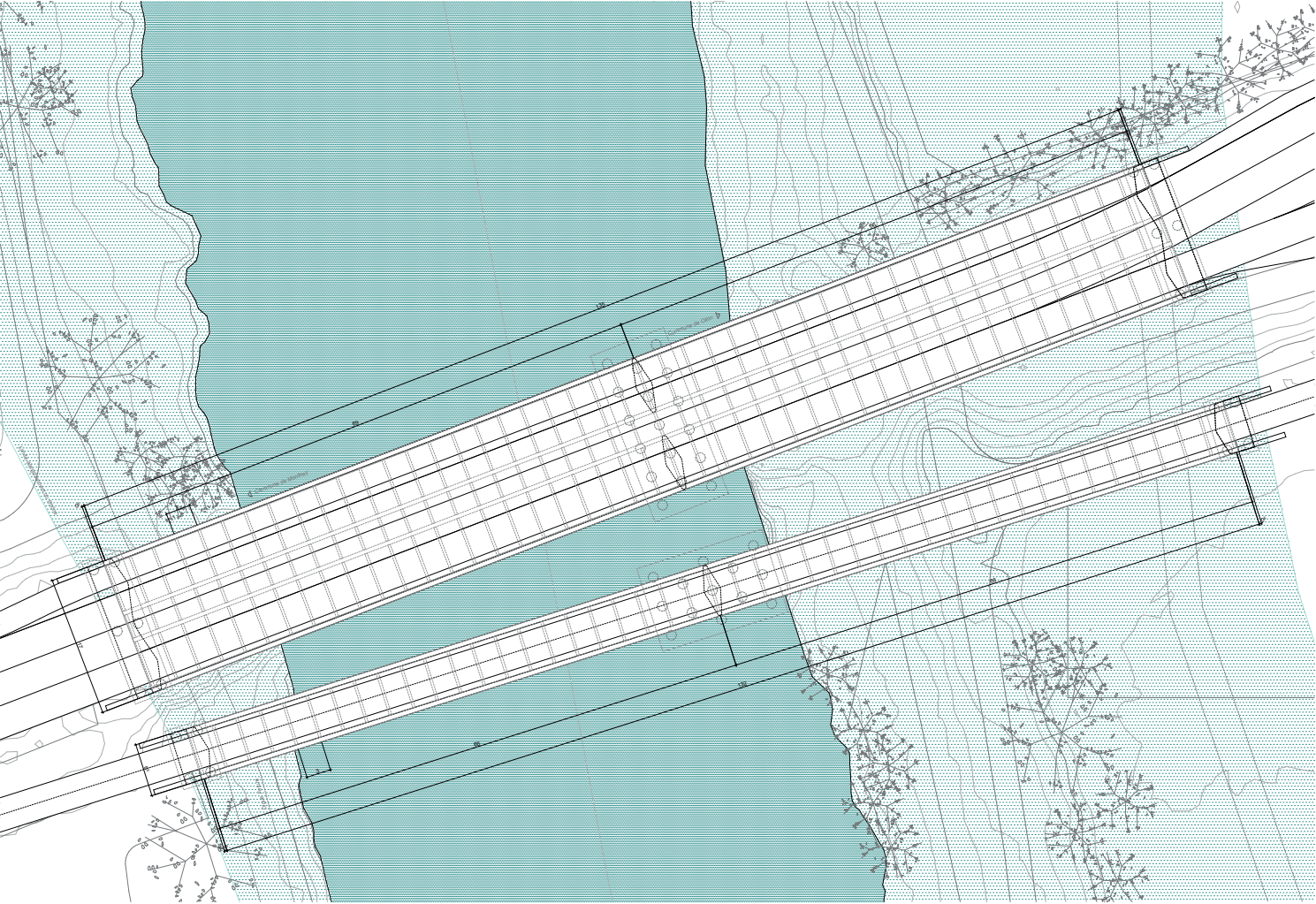
Description et conception structurale
La conception structurale des deux ouvrages est basée sur la thématique des ponts poutres avec un système statique continu sur trois appuis dont les efforts sont régis par de la façon pure sans aucun effet de torsion.
Le pont fermoir bénéficie d'un tracé en plan ainsi que d'un profil en long équilibrés par rapport aux variantes des études préliminaires ayant servi de base au présent concours de projets. De ces bases, sur la dalle côté Orlon en l'absence d'un gabarit existant (environ 1m) sous les rails de roulement des rails de la hauteur statique de l'ouvrage, on lui a ajouté un nouveau pont à nouveau aménagé à l'ouvrage des poutres métalliques inversées. Le système constructif du pont fermoir est donc composé de deux poutres métalliques (profilé soudé) d'une hauteur de 3,50m pour des portées de 40m, soit un écartement de 18,00m. Ces armatures encastrent tous les 3m constituant le système transversal sur lequel prend appui une dalle en béton armé avant de recevoir le complexe fermoir (planche, ballast, bordures de protection, rails).
Le pont maître + poutre conserve le tracé en plan des études préliminaires mais voit son profil en long changer afin que ses poutres métalliques, dont la hauteur est identique à celles du pont fermoir, soient posées au même niveau que ses fondations pour une meilleure insertion au site des deux ouvrages. Compte tenu de l'importance légère de l'ouvrage, soit 17,20m, un caisson métallique d'acier réduit (17mm) complète le système pour un long terme, dont les portées s'élevaient à 40m et 40m, en bénéficiant de sa rigidité avec la dalle en béton armé. Le système transversal est composé d'armatures métalliques, espacées tous les 3m, reliant tous les éléments longitudinaux.
Pour les deux ouvrages, les âmes des poutres métalliques sont équilibrées de manière graduelle selon l'amplitude de l'effort tranchant. Les couvertures sont constituées de toitures de différentes tailles dont les angles sont variables entre 30° pour les parties en travées et 60° pour les zones à proximité des appuis. Ce traitement confère à l'ensemble des ouvrages une légèreté et contribue son identité propre.
Les piles centrales ont été conçues de façon à marquer l'appui ponctuel des éléments longitudinaux tout en étant de forme hydrodynamique compte tenu de leur implantation dans le Rhin. La géométrie des culées reprend la facture des piles centrales de manière à donner un caractère homogène à l'ouvrage. Toutes les fondations sont constituées de pieux battés d'un diamètre de 120cm compte tenu de la mauvaise qualité globale des sols.

Expression architecturale
Le projet reconstruit la mémoire du paysage marqué par la présence de verticalité qui enveloppe le cours du Rhin sur de longues distances. Les deux ouvrages projettent de franchir le cours d'eau avec une économie de moyens selon un principe simple : le pont sur 3 appuis. La hauteur statique des éléments de rivage intègre les variations de niveau des rives de circulation des véhicules en offrant une image simple et claire des ouvrages. Par ailleurs, comme des traits d'union entre les deux rives, ces derniers font référence au caractère industriel du lieu et succèdent un imaginaire assemblé aux ponts métalliques de la fin du 19^{ème} siècle.

Réalisés à l'origine en coque métallique rivée, ils sont remplacés par des âmes métalliques dont l'expression correspond à l'usage des lignes de forces parcourant les poutres. Les parties plates, proches des appuis, épousent des efforts plus importants alors que les parties plus épaisses réduisent la matière nécessaire à la stabilité du système. Le recours à la réticule numérique offre dès lors la possibilité d'exprimer un dessin représentatif des efforts statiques de l'ouvrage lui donnant une forte identité et ancrage dans le paysage avec une construction économique.

L'usage de la couleur et l'implantation d'un éclairage révelent les perforations le soir venu et dynamisent l'objet en l'inscrivant dans le paysage. Elles lui confèrent un aspect simple, homogène et intemporel.
La mise en œuvre se veut également simple et rationnelle. Les éléments métalliques seront préfabriqués alors que les culées, fondations et piles centrales seront réalisés sur place. Le béton des appuis, de nature sombre, abstrait la lumière et accentue visuellement la portée de l'ouvrage.





3e rang – 3e prix: N° 11 «Pièces manquantes»

L'évidente qualité architecturale et la belle insertion dans le paysage de l'ouvrage d'art existant des ingénieurs Kurmann et Cretton, tout comme sa bonne condition structurelle, avaient amené les auteurs de ce projet à décider d'une réutilisation du pont existant, de sa remise en état et de son adaptation aux fins d'affectation au seul usage routier.

Ses concepteurs avaient prévu d'ajouter les «parties manquantes», soit le prolongement nécessité par l'élargissement du Rhône, dans la continuité des qualités de l'ouvrage existant. Dans le respect du cahier des charges, cette attitude de «réemploi» et de «poursuivre plutôt que de remplacer» était allée de pair avec une réelle réflexion sur le développement durable.

Le pont existant et son prolongement étaient appelés à partager avec le nouveau pont ferroviaire une pile unique en forme de «galet vertical», fondée sur pieux. Le promeneur aux abords du Rhône aurait pu apprécier la métaphore de l'appui dans sa simplicité formelle. Pour autant, il aurait certainement été surpris par la longueur et la masse de ce «galet».

Le nouvel ouvrage ferroviaire était censé être un pont-poutre robuste à hauteur variable qui aurait cherché le dialogue par contraste avec l'ouvrage filigrane existant et qui aurait répondu habilement, par l'asymétrie de ses deux travées, aux rives différenciées «vert et horizontal» côté Vaud et industriel coté Valais.

Le tablier mixte acier-béton devait être porté par des poutres métalliques latérales, dont la forme des ouvertures intégrées au droit de l'appui intermédiaire, aux fins de transparence, aurait nécessité d'être adaptée afin de satisfaire plus naturellement au cheminement des forces et d'optimiser l'emploi de la matière.

Le concept structural de la travée additionnelle de prolongement du pont routier était analogue à celui du pont ferroviaire, tant par le choix de poutres principales longitudinales à hauteur variable que par celui des matériaux utilisés.

La section transversale était supposée inclure l'aménagement de deux cheminements de mobilité douce situés de part et d'autre des voies de circulation auxquels aurait été ajoutée une passerelle métallique extérieure en porte-à-faux côté lac.

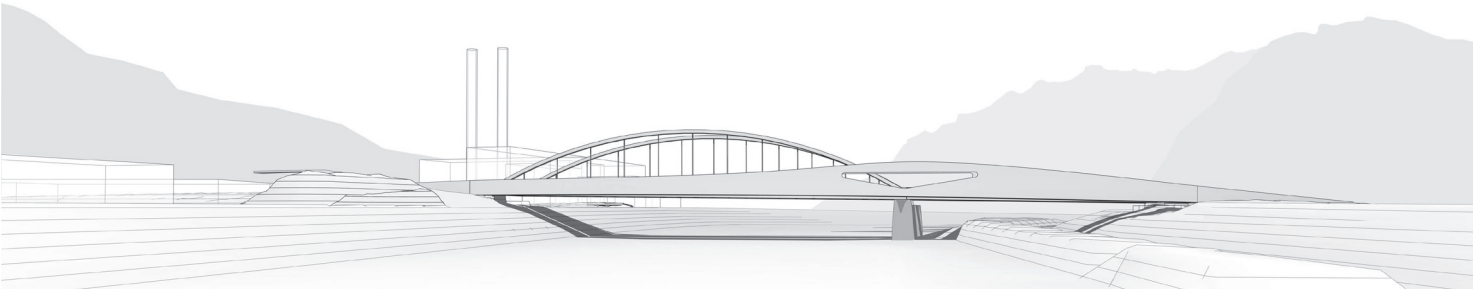
La pertinence, voire la nécessité d'aménager trois cheminements avait interpellé le jury, au même titre que leur continuité aux extrémités du pont ou que l'adéquation avec le concept de mobilité douce sur l'ensemble de la transversale.

Combinant poussage, montage à l'aide d'une grue et bétonnage en place, le mode proposé de réalisation des ponts était judicieux, à l'instar du phasage des travaux, dont la remise en état et l'adaptation de l'ouvrage existant sous trafic constituaient le point névralgique.

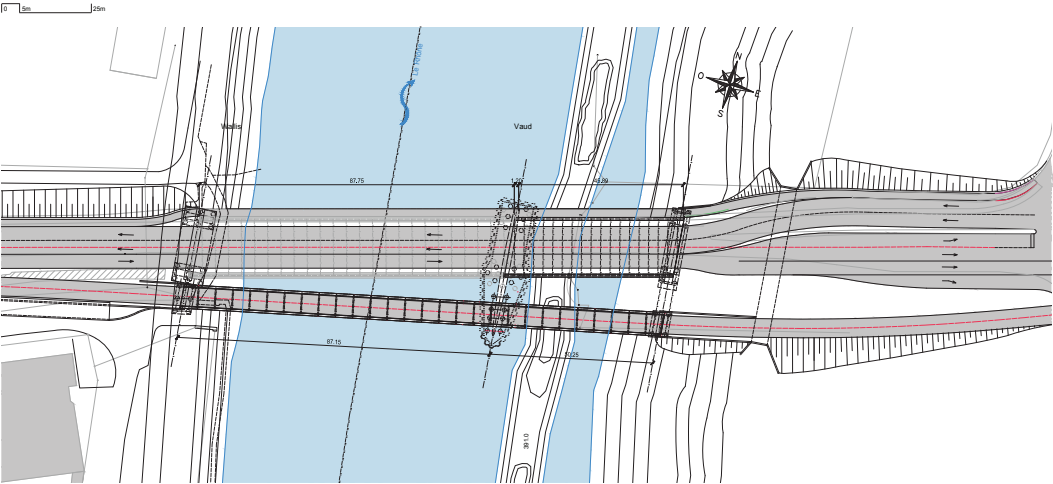
Au motif de la réutilisation de l'ouvrage existant, le coût global de construction avait été estimé économiquement favorable. Les dispositions constructives retenues conféraient aux ouvrages une bonne durabilité et ne conditionnaient pas significativement leurs coûts d'entretien et d'exploitation.

Selon le jury, la stratégie de projet des «Pièces manquantes» démontrait de ce fait son efficacité économique et écologique, de même qu'une volonté architecturale bien déterminée. Cette dernière avait toutefois tendance à primer sur la rationalité structurelle et fonctionnelle, avait-il été souligné.

VUE SUD DEPUIS LA RIVE VAUD



PLAN DE SITUATION (échelle: 1/500)



POUR SUIVRE PLUTÔT QUE REMPLACER

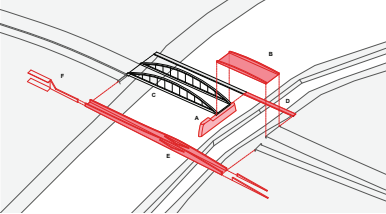
L'objet du concours est de remplacer un pont existant routier et ferroviaire par deux ponts, l'un routier et l'autre ferroviaire. Ces deux nouveaux ponts doivent avoir une longueur plus importante que l'existant du fait de la correction du Rhône et de l'élargissement prévu du site. **But de l'étude** : réaliser de « nouvelles » pièces manquantes, d'une part, en respectant les qualités existantes au paysage, transparence, intelligence structurelle associée à une économie matérielle de maillage, bon état général et, d'autre part, en s'attachant aux réflexions de pierre actualisées sur le « réajustage » dans la gestion de l'environnement 7.

CONCEPT DES PIÈCES MANQUANTES

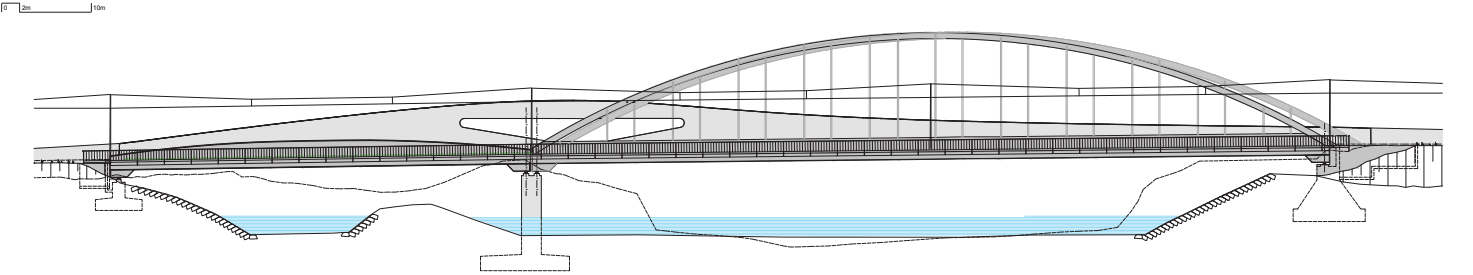
Le projet est constitué des parties suivantes :

- une « pile-gâle » (A) unique représentant tous les points porteurs intermédiaires.
- une « prolongation » (B) à l'Est du pont existant (C) constituée d'une construction mixte acier-béton réduite au maximum dans sa hauteur afin de souligner l'horizontalité du site que l'alignement formel du pont existant. Le tablierement du pont routier en deux parties différentes correspond à des volumes architecturaux différents : le principe de l'alignement est respecté (mise en évidence d'un plan horizontal).
- le passage pour les piétons (D) est assuré, comme auparavant, par une passerelle en acier inoxydable accompagnant le pont routier.
- le nouveau pont ferroviaire (E) se présente indépendamment comme le « deuxième » du pont routier prolongé. Par deux niveaux, deux sections qui s'élèvent les mêmes gâles : du point de vue de la logique et de l'économie structurelle, du point de vue du rapport du paysage actuel avec les bords, du point de vue de l'utilisation et de la signification des matériaux, le pont ferroviaire est le double du pont existant. Mais le pont de vue ferroviaire a affirmé son caractère et sa modernité. Contrairement au pont routier, les contraintes techniques, il permet de voyager du train de voir le fil du fleuve par-dessus les ponts latéraux comme à travers la grande fenêtre centrale. Le regard inversé, la fonction du pont routier n'est plus de passer, mais de regarder. Le pont ferroviaire est le double du pont routier, mais avec deux sections qui se lèvent, l'une de celles-ci devenant le couvert du pont ferroviaire côté Vaud (F) dans un contexte bâti où il semble nécessaire d'affirmer la présence du pont comme élément structurel d'un paysage encastré par des bâtiments.

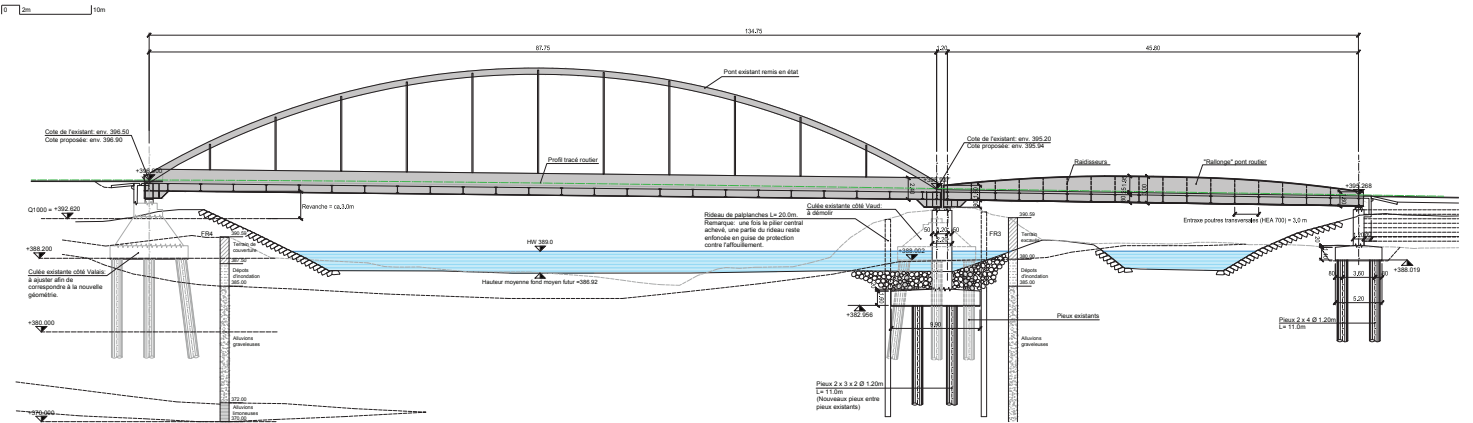
Deux ponts et deux fonctions, mais surtout deux « pièces » complémentaires et si différents pour un nouveau paysage de franchissements à St-Triphon...



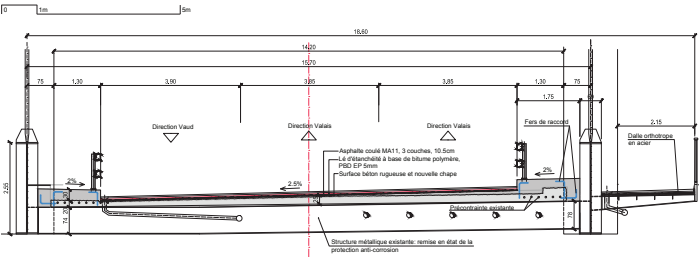
PONT ROUTIER - ÉLEVATION NORD (échelle: 1/200)



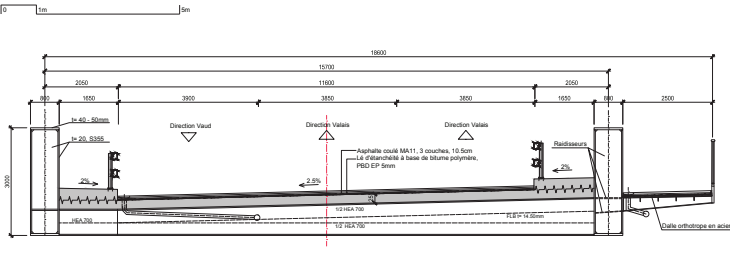
PONT ROUTIER - COUPE LONGITUDINALE (échelle: 1/200)



PONT ROUTIER EXISTANT - COUPE TRANSVERSALE TABLIER - RÉFLEXION (échelle: 1/50)



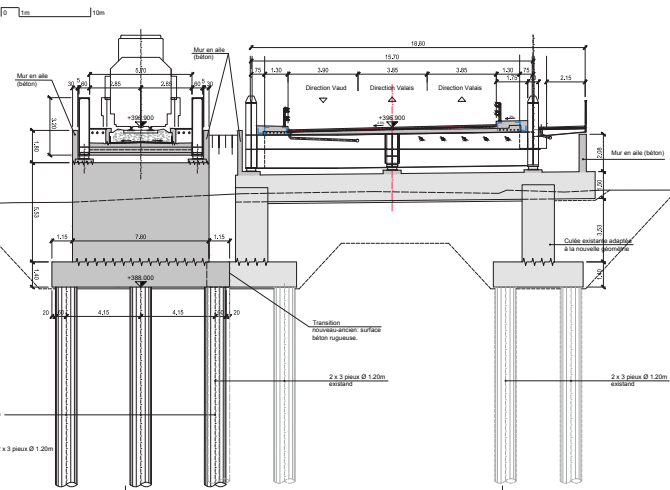
EXTENSION PONT ROUTIER - COUPE TRANSVERSALE TABLIER (échelle: 1/50)



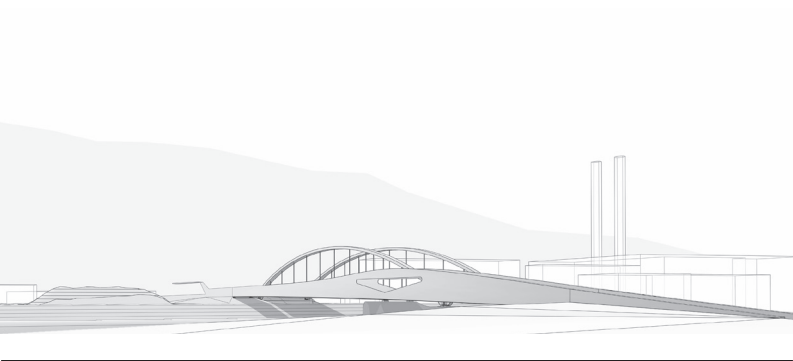
VUE NORD DEPUIS LA RIVE VAUD



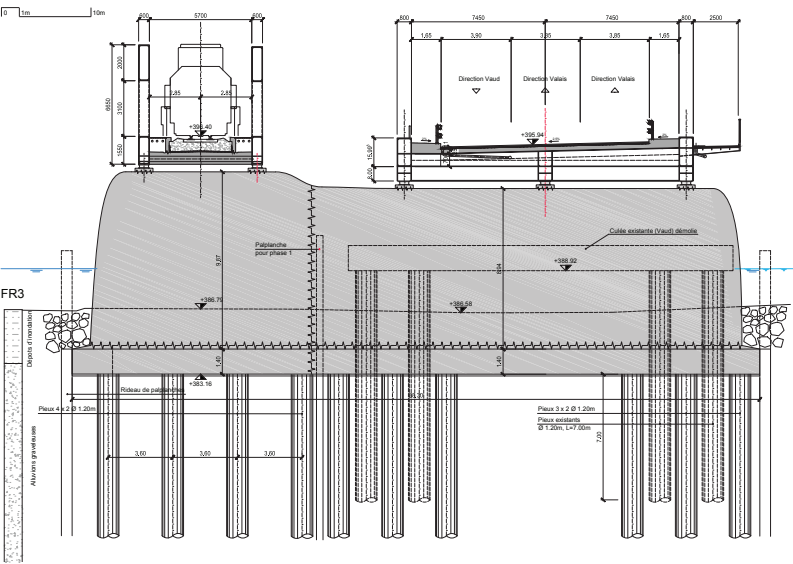
COUPE CULÉE VALAIS (échelle: 1/100)



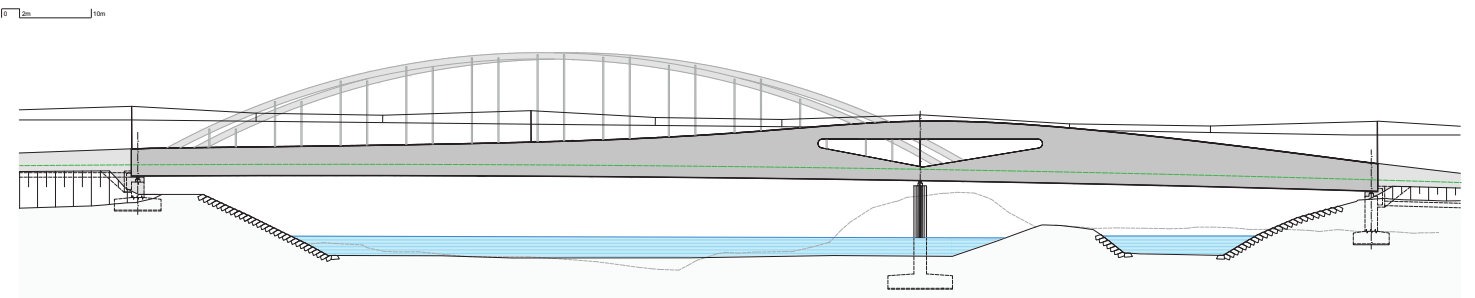
VUE SUD DEPUIS LA RIVE VAUD



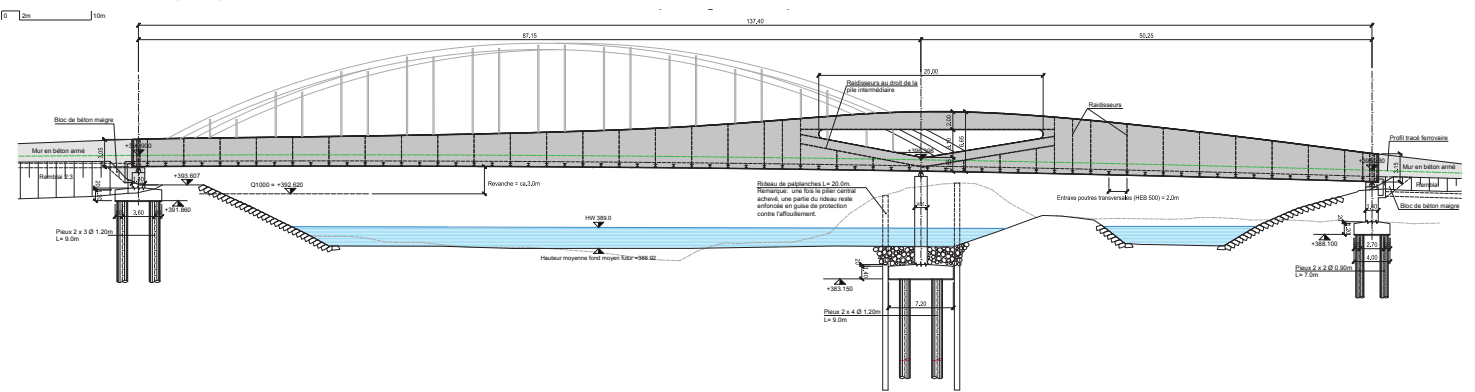
COUPE PILE INTERMÉDIAIRE (échelle: 1/100)



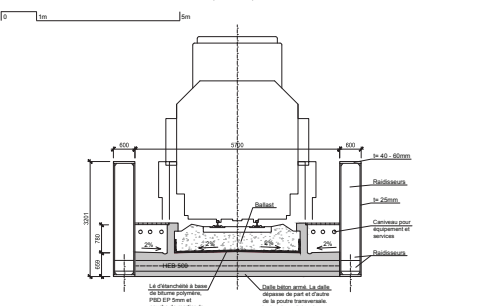
PONT FERROVIAIRE - ÉLEVATION SUD (échelle: 1/200)



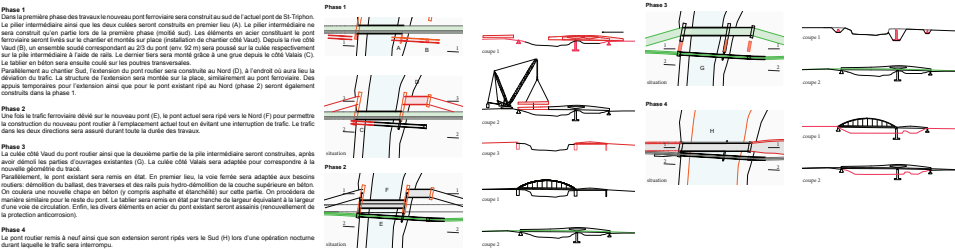
PONT FERROVIAIRE - COUPE LONGITUDINALE (échelle: 1/200)



PONT FERROVIAIRE - COUPE TRANSVERSALE TABLIER (échelle: 1/50)



EXÉCUTION DES OUVRAGES



4e rang - 4e prix: N° 28 «Dioscuri»

Le jury avait conclu que le projet Dioscuri respectait le programme, les objectifs et les contraintes principaux du concours. Seule l'emprise du dispositif de lancement du pont routier côté Ollon aurait nécessité, à titre temporaire, une adaptation importante du tracé de la route cantonale, voire du carrefour situé au nord du franchissement.

Le jury avait tout particulièrement noté l'insertion dans le site proposée par le candidat, à savoir un trait d'union direct et fort entre les deux rives du Rhône. Le jeu entre les divers profils en long routier et ferroviaire aurait, selon lui, animé les ouvrages, tout en différenciant les fonctions des deux ponts. Le choix de prolonger, par la couleur, les poutres et les bordures au-delà des culées aurait accentué leur intégration dans le paysage.

La liaison entre bordures et poutres soulevait cependant des interrogations. La question de la position et de la forme de l'extrémité des bordures rouges au-delà du franchissement n'était pas abordée et restait par conséquent ouverte.

La vue sur la face inférieure des ouvrages depuis les rives du Rhône accessibles au public en dehors des périodes de crues avait été soignée et se révélait intéressante, même si les deux n'avaient pas été traités selon la même géométrie. Leur conception pouvait toutefois apparaître comme relativement sophistiquée dans cet environnement industriel et naturel.

La structure porteuse mixte proposée était efficace d'un point de vue structural. La géométrie élancée des deux ouvrages, combinée avec la légère surépaisseur au droit de la pile intermédiaire, devait autoriser une lecture naturelle du flux des efforts.

Une attention spéciale aurait cependant dû être accordée aux déformations sous charges variables et à leur comportement dynamique. La propagation du bruit ferroviaire risquait en effet d'être problématique sans natte d'amortissement phonique.

La méthode d'exécution proposée, par lancement, aurait évité la construction de piles intermédiaires provisoires dans le lit du Rhône. Elle se serait révélée particulièrement adaptée au type de structure porteuse choisie.

Ce projet se situait dans une fourchette de coûts estimée entre moyenne et haute. Une partie de la structure en acier, même protégée par peinture, serait en revanche restée directement exposée aux intempéries. De plus, les caissons en acier n'auraient pas été visitables, ce qui constituait un point faible en termes de surveillance et d'entretien.

VUE EN PLAN 1:250

ELEVATION SUD 1:250

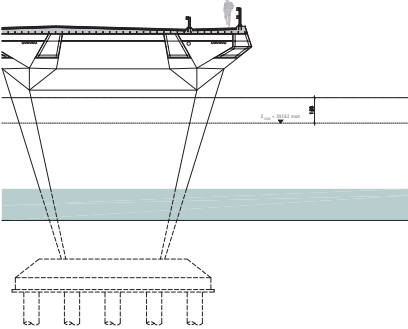
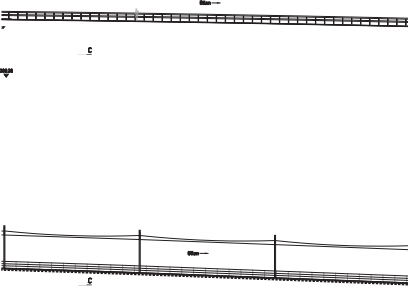
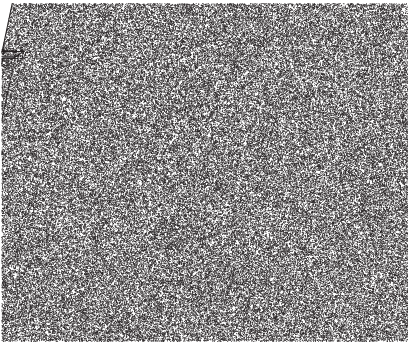
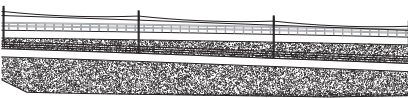
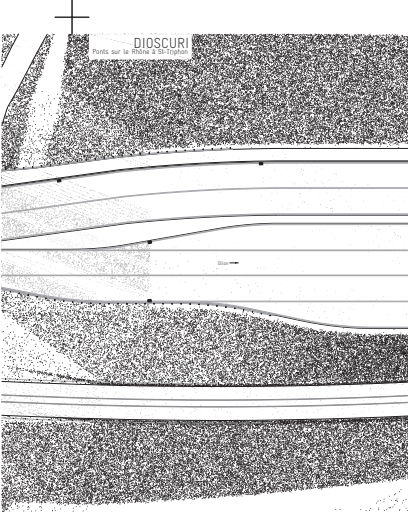
VUE INFÉRIEURE C-C 1:250

COUPE LONGITUDINALE PONT ROUTIER 1:250

COUPE LONGITUDINALE PONT FERROVIAIRE 1:250

COUPE TRANSVERSALE A-A 1:100

COUPE TRANSVERSALE B-B 1:100



Insertion paysagère

La construction de deux ponts, un ferroviaire à côté d'un routier, dans la contexte spécifique offre l'opportunité d'une réflexion aussi bien sur le concept d'insertion que sur le rapport entre les deux ouvrages d'art. Le paysage est caractérisé par un fond de vallée étendu avec la présence d'une zone industrielle côté Colomby-Muras et d'un paysage agricole vers Ollon. Pour les deux ponts nous proposons donc une solution ciblée à la sobriété et en continuité avec l'infrastructure routière, en répondant à tous gestes éditoriaux. Les ponts se manifestent comme des lignes minces appuyées sur les culées et les piles centrales. On distingue donc les parties par rapport à la congruence entre expression et fonction statique : appuis en béton armé et tablier métallique.

Nous résolvons le rapport intime entre les deux ponts en recherchant une approche structurelle et linguistique analogue toutefois avec des légères différenciations. Ils naissent ainsi deux ponts à double travée, dont les largeurs différentes sont résolues avec le redoublement des poutres du pont routier, géré comme variation syntaxique dans le même domaine lexical. Les différenciations des inclinaisons des bords minuscules les tabliers en raison de la diversité de luminosité et les rétrécissements des piles joignent les deux ouvrages.

L'absence d'éléments structuraux au-dessus du plan de roulement permet une relation sans obstacles du paysage environnant du fond de la vallée et des pentes des versants montagneux, confirmant l'intérêt pour le rapport entre architecture infrastructurelle et paysage.

Les culées, comme les piles, naissent de la fonction statique et leurs formes sobres permettent une insertion parfaite avec les terreflains des infrastructures de transport. L'élément de la poutre, qui aux abords n'est constitué que par la bordure, est continué comme élément de liaison dans le paysage.

La coloration imaginée rappelle l'état naturel des matériaux ferreux et exprime la dichotomie constructive des éléments des ouvrages d'art (poutre / appui). De plus, elle est complémentaire de la couleur verte prédominante dans le paysage environnant.

Structure porteuse

Le système statique est identique pour les deux ponts et est constitué par un cadre avec deux travées légèrement biais, encastré sur le piedroit central et appuyé simplement aux culées. Il en résulte ainsi un pont flottant avec portées de 64.40 m / 64.40 m pour le pont routier et de 61.90 m / 61.90 m pour le pont ferroviaire en charpente mixte acier-béton respectivement en charpente métallique.

Du point de vue constructif la structure porteuse en acier est composée par deux poutres en caisson à hauteur variable qui se joignent au niveau du piedroit central et accueillent, dans la partie supérieure, la surface utile pour le passage des véhicules. Un élément en acier permet le passage aisé des forces entre les poutres du tablier et la partie en béton armé du piedroit. De plus, il suggère l'encastrement entre les deux éléments structuraux et ainsi le fonctionnement en cadre plutôt qu'en poutre sur trois appuis.

En raison de la présence de terrains compressibles, les deux ouvrages d'art sont fondés en profondeur à l'aide de pieux forés de diamètre 90 cm soit aux culées aussi bien que sous la fondation du piedroit.

La stabilité transversale est garantie par le fonctionnement à diaphragme du tablier qui est bloqué en correspondance du piedroit central et des culées, alors que le fonctionnement en cadre de la structure entière assure la stabilité longitudinale.

La solution proposée d'ouvrage semi-intégral avec des dalles de transition génériques permet d'absorber les déformations de la structure de manière optimale dans les zones des culées sans l'utilisation de joints de transition, et réduire ainsi les entretiens (coûts, dérangements, etc.).

La présence de la dalle de roulement en béton armé sur le pont routier apporte deux avantages. Le premier est d'ordre constructif et concerne la facilité dans l'exécution des pentes transversales, des détails des bordures ainsi que des abords en éliminant les joints de dilatation. Le deuxième avantage concerne la rigidité de la structure qui est augmentée de façon plus économique par rapport à une conception exclusivement en charpente métallique. Le pont ferroviaire est dépourvu de la partie en béton du fait que les avantages cités plus haut ne sont pas exploitables étant donné la position (proche de l'axe neutre) et les détails constructifs (absence de bordures et inutilité des joints de dilatation).

Finitions

La dalle de roulement du pont routier est rendue étanche par un lié en bitume polymère sur lequel est posé le revêtement bitumineux. En correspondance des bordures latérales et de division entre trafic piéton et véhiculaire, le béton de la dalle de roulement est rendu étanche par une résine époxy avant l'exécution des bordures en béton qui affleurent et sur lesquelles sont fixées les glissières de sécurité à caisson. Cette solution vise à maximiser la longévité de l'étanchéité et ainsi de la structure tout en permettant la substitution aisée des éléments non structuraux.

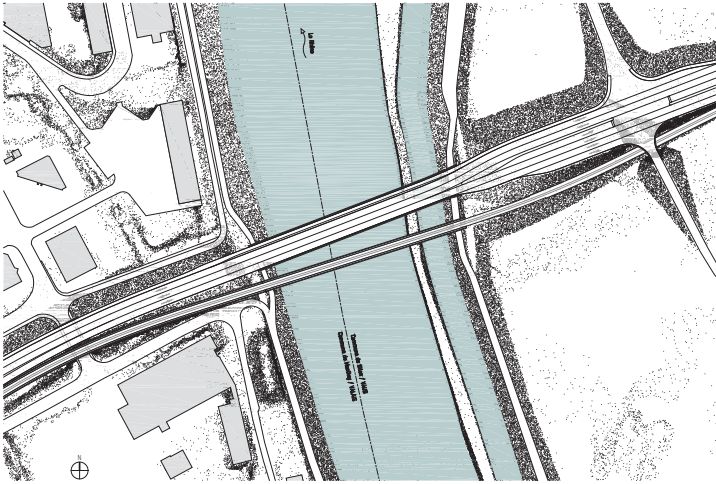
Sur le pont ferroviaire une étanchéité de type lié en bitume polymère est collée sur toute la surface du tablier métallique. En dessus, une couche d'asphalte coulée assure la fonction de protection pour l'étanchéité et reçoit le ballast pour la mise en œuvre de la technique ferroviaire. Un simple garde-corps zingué à chaud avec un rythme pareil à celui du pont routier garantit enfin la sécurité du personnel d'entretien.

La robustesse des ouvrages d'art, ainsi que le choix des matériaux et une conception simple des détails constructifs, mais aussi l'absence de joints de transition, garantissent une durabilité élevée des structures et sont la clé pour une construction économique et caractérisée par des coûts d'entretien réduits.

Les différentes infrastructures qui traversent le Rhône trouvent place dans les tubes suspendus au pont routier. En effet, les deux zones latérales entre chaque paire de poutres permettent de cacher et de protéger en cas de crues toutes les infrastructures. Parallèlement sont suspendues aussi les conduites pour l'évacuation des eaux de surface du pont. Ceci se fait dans les points bas de la section transversale, qui se trouvent le long de la bordure amont et de la bordure centrale, à l'aide d'écoulements noyés dans la partie en béton armé du tablier.

Méthode de construction

- Mise en place des pieux, construction des semelles de fondation, du piedroit central et des culées.
- Assemblage du tablier métallique côté commune d'Ollon, à l'aide d'un étiage posé sur le terreflain.
- Lancement progressif du tablier, pourvu d'un avant-berc, avec appuis sur la culée et sur le piedroit central.
- Calage de la structure métallique sur les appuis des culées et fixation sur le piedroit central.
- Bétonnage de la dalle de roulement et des dalles de transition (p. routier) respectivement mise en place du ballast (p. ferroviaire).
- Finitions des ouvrages d'art et aménagement définitif du nouveau lit et des berges du Rhône.



5e rang – 5e prix: N° 15 «Dupond et Dupont»

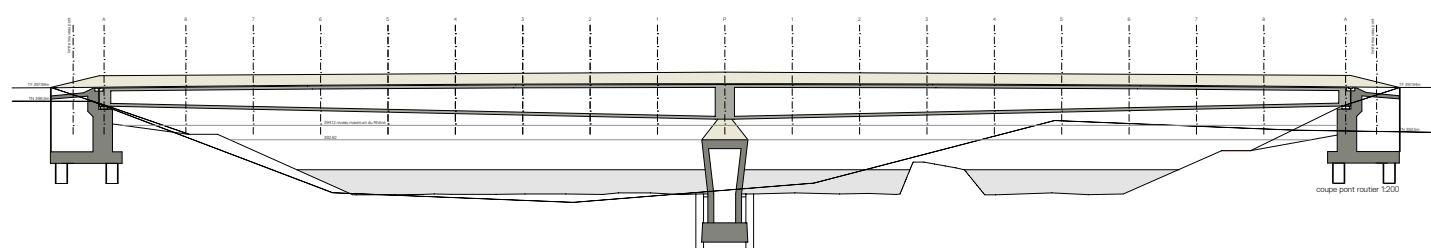
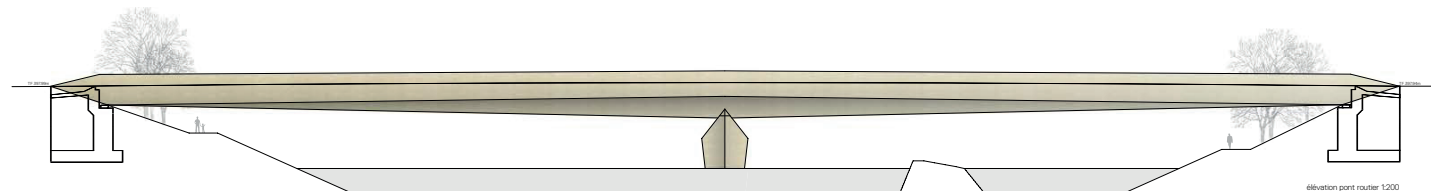
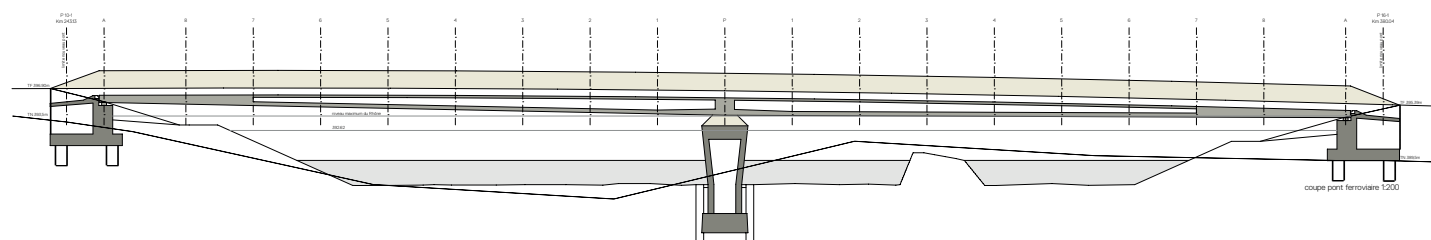
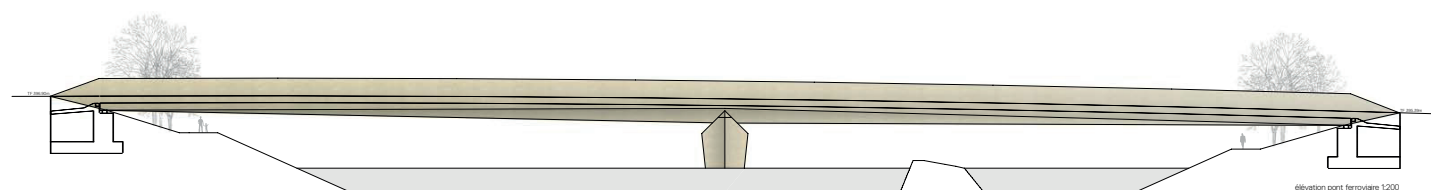
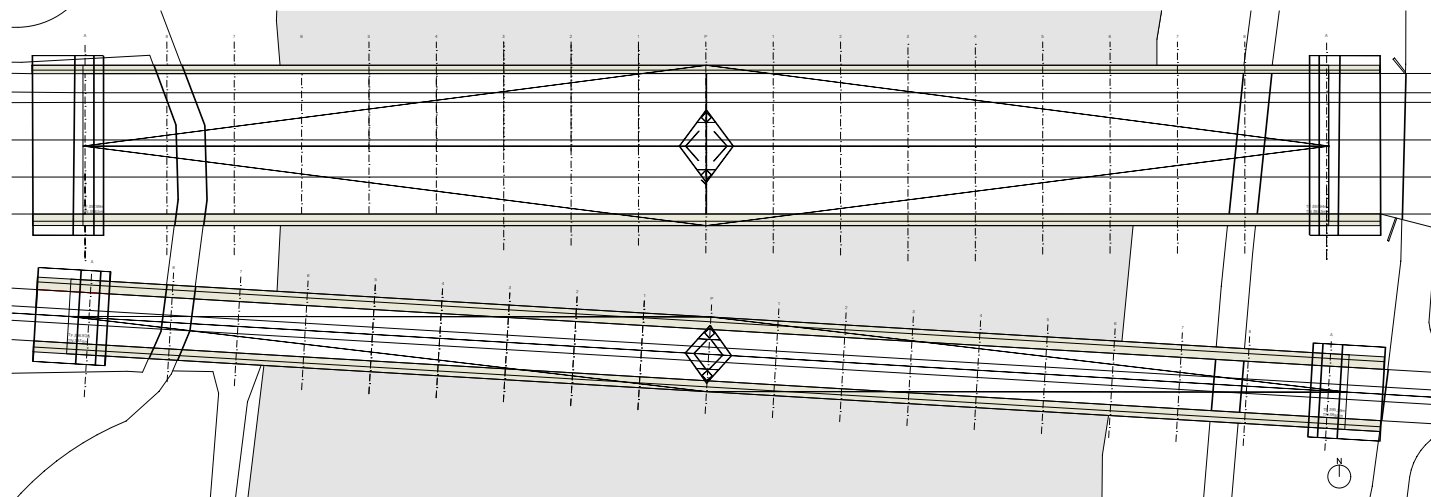
Comme le suggérait l'appellation même qu'il lui avait choisie, l'auteur de ce concept proposait deux ouvrages frères affirmés, mais relativement discrets. Ces deux liens de béton armé étaient censés s'insérer de manière harmonieuse dans le grand paysage.

Le travail sur l'horizontalité fut salué par le jury. Le dessin de la coupe, avec ses angles prononcés, renforçait l'impression de finesse. Son travail dissymétrique ajoutait une tension bienvenue, notamment lors du parcours depuis les berges.

Le système statique en poutre continue tel que proposé pour les deux ponts était simple et efficace. Il aurait autorisé un phasage des travaux adapté à la complexité et une réalisation à un coût raisonnable.

Toutefois, le jury formula plusieurs réserves. La conception générale du caisson du pont routier aurait pu être affinée, en particulier en ce qui concernait la disposition de la précontrainte dans les éléments latéraux ou la géométrie des parapets. Au niveau de la conception générale du pont ferroviaire, une dalle pleine aurait pu être envisagée afin de limiter les difficultés constructives.

Enfin, les appuis des piles et culées auraient dû être pensés plus en détail. Ce pont respectait autrement en intégralité le cahier des charges du point de vue de ses aspects techniques. Au niveau des piles et de leur fondation, le jury s'était par contre interrogé au sujet des attaches au pont et du système constructif qui avaient été choisis. Le coût de ce concept correspondait à la moyenne des projets proposés.



Concept

La plaine du Rhône accueille son fleuve qui serpente au gré de la topographie. Sur le site, on trouve la route et le rail qui le traversent. Les ponts sont traités comme des prolongations de la route et du rail, tant du point de vue du tracé que de celui du revêtement, interprétant et délaissant avec le pont ferroviaire situé sur le rond-point du Beaufort à une dizaine de mètres.

Le Rhône, élément dominant du paysage, accueille les ponts qui le traversent. Dans ce site, l'intervention se veut modeste et sans défi technique apparent avec un système statique simple, en relation avec les charges qui lui sont données. L'intégration des ouvrages dans le site et le paysage se font de manière discrète à l'échelle du lieu.

Les deux ponts sont traités de manière identique mais se différencient selon les charges qu'ils supportent et leur relation au niveau de crue du Rhône. Ils se déforment pour mieux accepter les différentes contraintes du site telles que la hauteur sur culée pour le pont ferroviaire, en rapport à la hauteur de crue maximale demandée, qui nécessite d'utiliser la hauteur statique des garde-corps comme partie intégrante du système statique.

Les coupes expriment les charges qu'elles supportent ainsi que le déassement de celles-ci entre le train et son chemin d'évacuation ou entre les camions et les pignons sur l'ouvrage, l'axe statique étant en relation avec l'axe sous le tablier du pont. Ces déformations offrent une image forte et dynamique qui caractérise cet ouvrage.

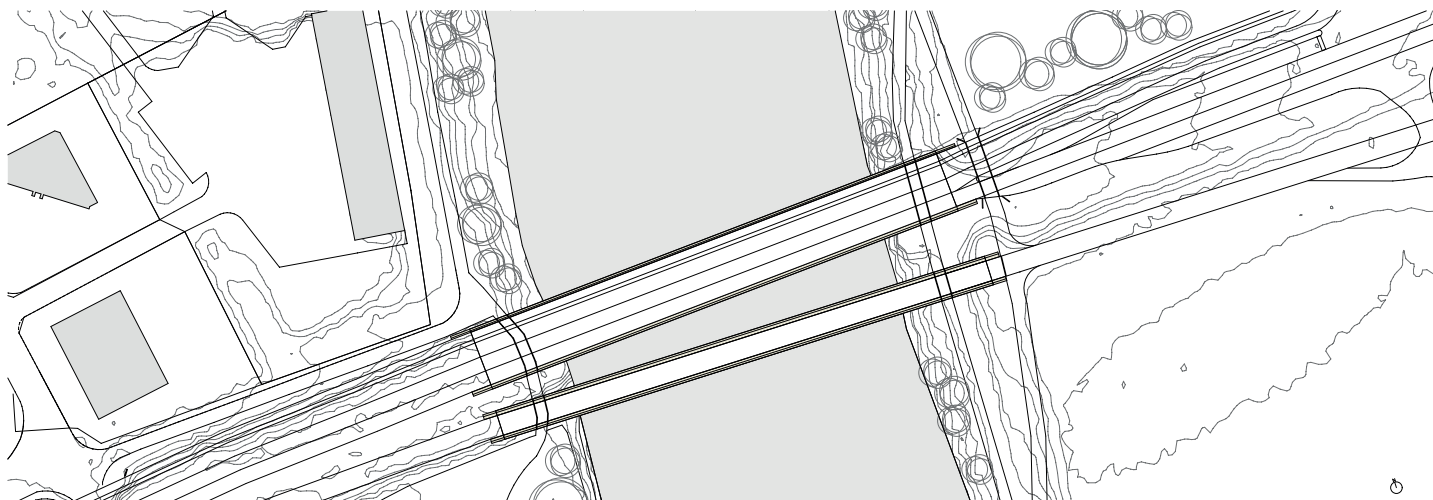
Matériaux

L'impact de la mise en œuvre sera minime. Le tablier et les garde-corps seront bétonnés sur place avec du béton teinté couleur naturelle minérale « mélange de pierre et terre ». Les culées et les piles seront traitées de la même façon. La construction de ces ouvrages se fera en relation directe avec la fabrique à béton située à Montmeyan, favorisant une provenance des matériaux de proximité.

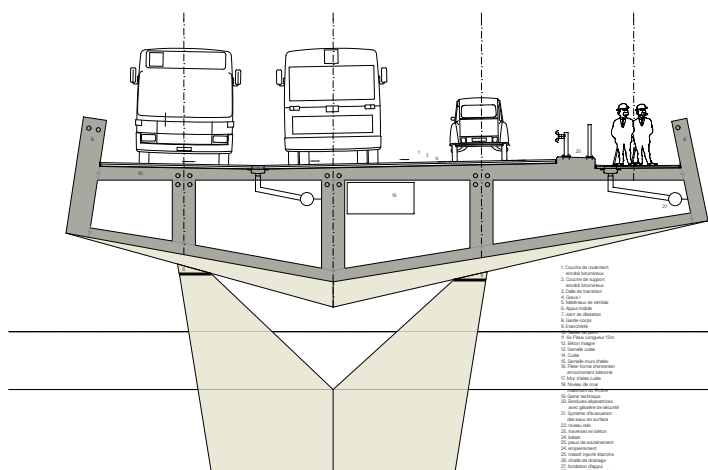
Les piles en béton armé, dans leur forme de losange, émergent du lit du Rhône avec puissance pour se résumer en deux bris qui viennent accueillir délicatement le tablier. Une seule pile est proposée dans le lit du fleuve par pont.

L'économie générale du projet, incluant une durabilité élevée garantie par le respect des normes actuelles et tient compte des coûts de maintenance et d'exploitation. L'accent sera mis sur une construction rationnelle minimisant l'impact des travaux sur les voies de transports à proximité grâce à un phasage rapide et efficace.

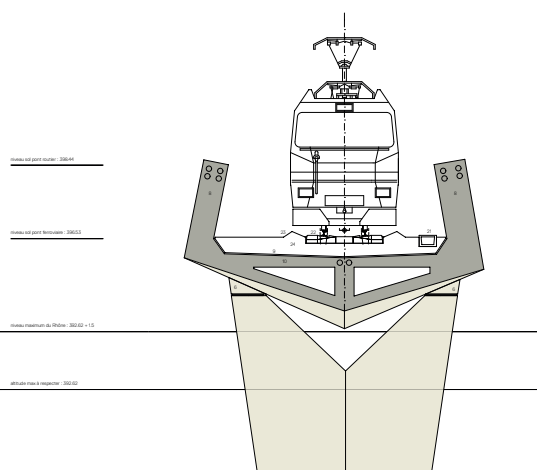




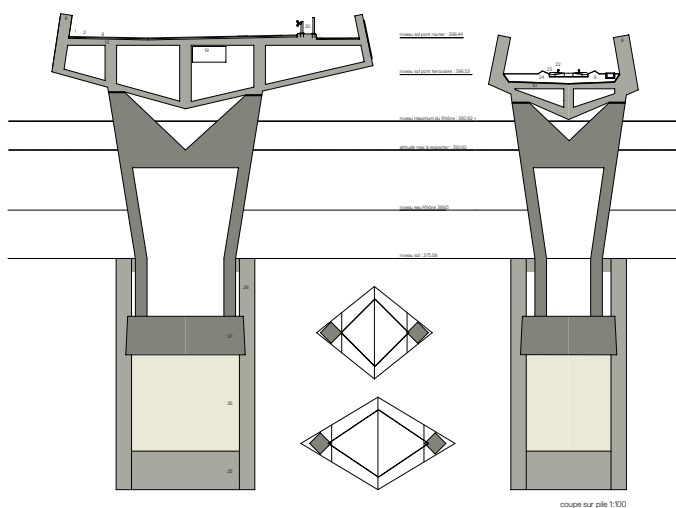
plan de site 1:500



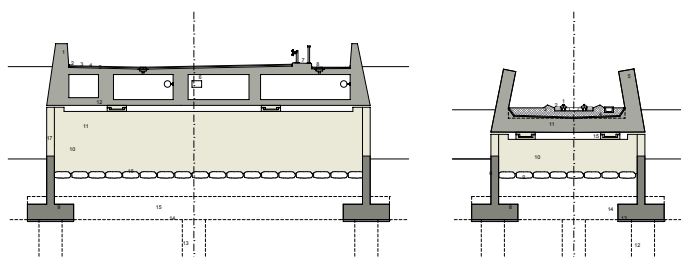
1. Caisson de tablier
2. Arête de tablier
3. Arête de tablier
4. Arête de tablier
5. Arête de tablier
6. Arête de tablier
7. Arête de tablier
8. Arête de tablier
9. Arête de tablier
10. Arête de tablier
11. Arête de tablier
12. Arête de tablier
13. Arête de tablier
14. Arête de tablier
15. Arête de tablier
16. Arête de tablier
17. Arête de tablier
18. Arête de tablier
19. Arête de tablier
20. Arête de tablier
21. Arête de tablier
22. Arête de tablier
23. Arête de tablier
24. Arête de tablier
25. Arête de tablier
26. Arête de tablier
27. Arête de tablier
28. Arête de tablier
29. Arête de tablier
30. Arête de tablier
31. Arête de tablier
32. Arête de tablier
33. Arête de tablier
34. Arête de tablier
35. Arête de tablier
36. Arête de tablier
37. Arête de tablier
38. Arête de tablier
39. Arête de tablier
40. Arête de tablier
41. Arête de tablier
42. Arête de tablier
43. Arête de tablier
44. Arête de tablier
45. Arête de tablier
46. Arête de tablier
47. Arête de tablier
48. Arête de tablier
49. Arête de tablier
50. Arête de tablier



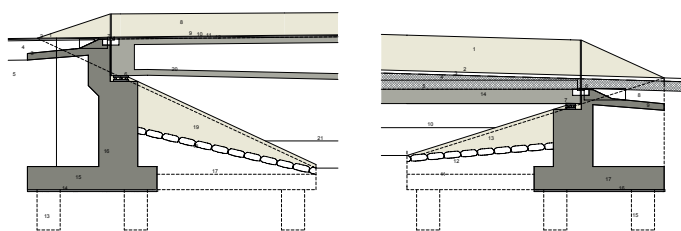
coupe sur tablier 1:50



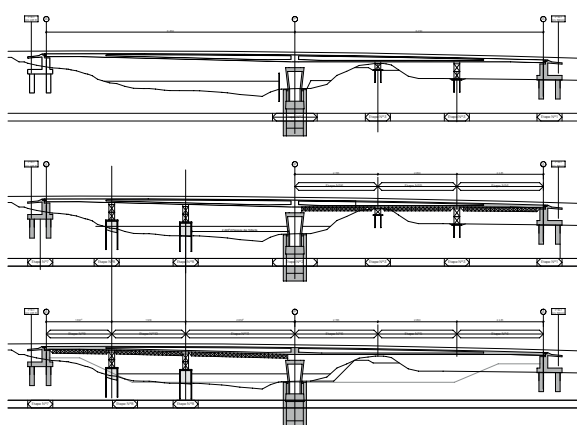
coupe sur pile 1:100



coupes transversales cuites 1/100



coupes longitudinales cuites 1/100



Etape de construction du pont ferroviaire (principe identique pour le pont routier)



