

15 juin 2007 à Paris

Les ouvrages de la Route des Tamarins

L'AFGC a organisé le 15 juin, dans la salle du Centenaire de la FNTP, sa manifestation annuelle au cours de laquelle ont été remis le Prix Caquot 2006 et les Prix AFGC 2007. Cette remise des Prix est présentée en détail dans la rubrique « La vie de l'Association » du présent bulletin.

Avant cette cérémonie avait eu lieu une conférence présentant les ouvrages de la Route des Tamarins



Rappel du programme

14h00 Accueil des participants
Jean-Marc Tanis, Président de l'AFGC

Résumés des exposés

Présentation Générale de la Route des Tamarins
Historique, projet, contraintes principales, allotissement, ouvrages principaux
Jean-Jacques Gueguen, Hélène Oudin-Hograindeur

- 14h10 Présentation Générale de la Route des Tamarins
Historique, projet, contraintes principales, allotissement, ouvrages principaux
Jean-Jacques Gueguen, directeur d'opération de la Route des Tamarins
Hélène Oudin-Hograindeur, DIR IDF
- 14h35 La Route des Tamarins : l'approche architecturale
Frédéric Zirk, Architecte
- 15h00 Viaduc de Saint-Paul : le projet
Daniel de Matteis, SETRA/DGO
- 15h25 Viaducs de la Savane : les travaux
Jacques Mossot, Demathieu & Bard
- 15h50 Viaduc de Trois-Bassins : le projet
Jacques Frappart, Arcadis
- 16h15 Viaduc de St-Paul / Viaduc de Trois-Bassins : une même réponse à l'appel d'offres : le phasage transversal
Emmanuel Boudot, Razel
- 16h40 Discussion





La Route du Littoral



La Route des Tamarins

Contexte :

Les intervenants du projet
de la Route des Tamarins

Etat

Préfet
DDE

Région Réunion

Président de la Région
DGS



Maitrise d'Ouvrage

Direction d'Opération Route des Tamarins

Pilotage
Coordination

Algoé

SEMADER/SEGRE
Présents

Service Grands Travaux (DDE)
CETE Méditerranée

Assistance à la
maîtrise d'ouvrage

Section 1(St-Paul/RD10)

DDE/Service
Grands Travaux

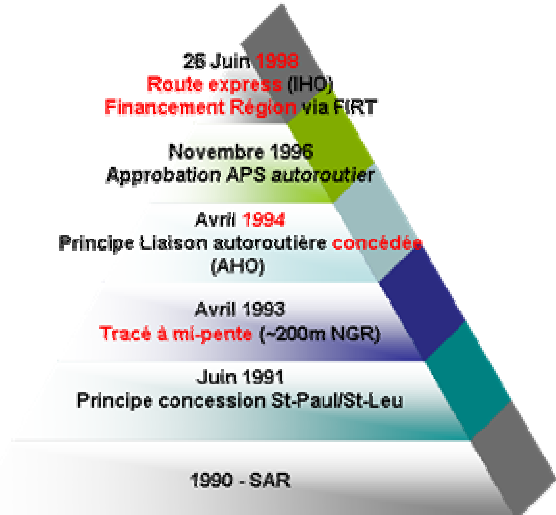
Section 2(RD10/Etang-Salé)

Scetauroute

Section 2 – OA exceptionnels

- Arcadis...
- SETEC...
- Greisch...

Maitrises d'oeuvre



L'historique de l'opération

Intervenants de la phase Travaux : (liste non exhaustive)

Contrôle extérieur

Laboratoires :

- Arcadis / SEGC / CNDR
- LRR (Fugro)

Environnement :

- Cyathéa
- Biotope
- Adage environnement

Topographie :

- Gascogne
- Hellis et Declerck

Entreprises

Berthold, Bilfinger Berger,
Cimolai, Demathieu et Bard,
Dodin, Eiffage, Eiffel, ETPO,
Fougerolles Ballot, GTOI,
Heaven Climber, Matière,

Pico OI, Razel, SAS, SBTPC,
Sogea Réunion et TPI Construction
Berthold, Bilfinger Berger,
Cimolai, Demathieu et Bard,
Dodin, Eiffage, Eiffel, ETPO,

Contraintes de l'île et du projet :

Des sites sensibles, protégés nécessairement éprouvés
par le chantier à remettre avec soin en état

Des sites cultivés

Des sites urbanisés

Un relief mouvementé

- des ravines radiales à franchir ⇒ 4 ouvrages d'art exceptionnels, 23 ponts non courants, plus de 120 ravines traversées
- un relief chaoté, des accès difficiles

Une géologie volcanique

- roche basaltique très hétérogène

Des cyclones

- vent sur les ouvrages, en phase chantier
- pluies dans les ouvrages hydrauliques, les bassins de décantation, en phase chantier

Un environnement sensible

- le lagon
- la faune : Paille-en-Queue, Puffins de Baillon...
- la flore

Le contexte insulaire

- les déchets
- la saturation des capacités de production
- l'acheminement des matières, éléments...
- les taxes, délais de dédouanement...
- le manque de concurrence : fournitures, granulats, béton, acier, laboratoires...
- la qualification de la main d'œuvre locale

Le projet : Les grands chiffres

- route express
- 33,7 km
- 2 x 3 voies de St-Paul à la RD10 (~ 6 km)
- 2 x 2 voies de la RD10 à Etang Salé (~27,7 km)
- 40 000 à 90 000 v/j en 2015
- 9 diffuseurs
- 4 ponts exceptionnels
- 1 tunnel, 2 tranchées couvertes
- 23 ponts non courants
- ~700 M€ (valeur 2004)

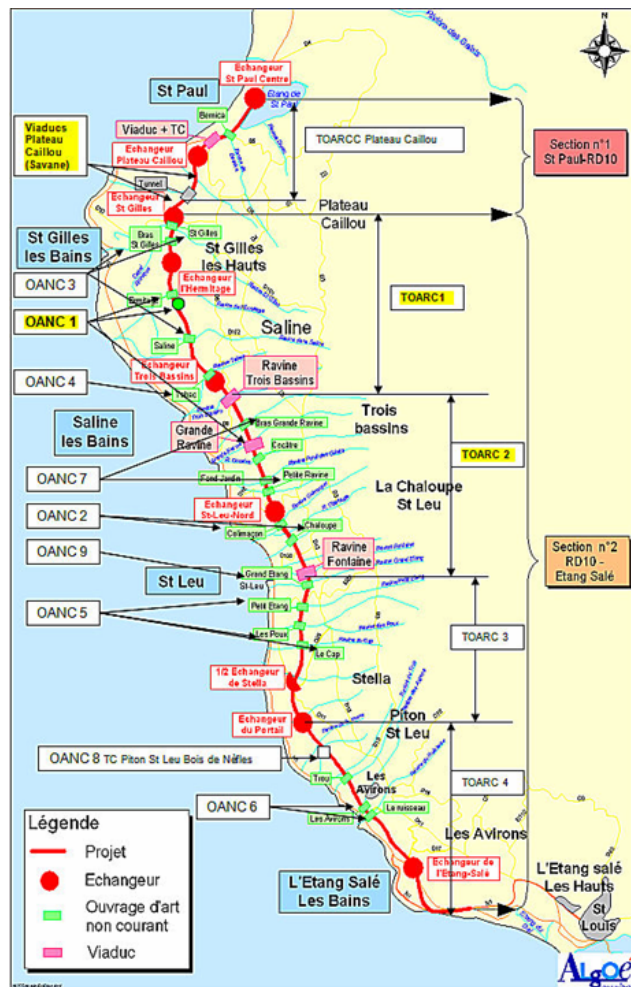
Le projet : l'allotissement

- 7 marchés de terrassements, ouvrages d'art, rétablissements de communications
- 4 marchés d'ouvrages d'art exceptionnels
- 1 marché de tunnel
- 1 marché de tranchée couverte
- 10 marchés d'ouvrages d'art non courants
- 3 marchés de chaussées
- 4 marchés de rétablissements de communications
- des marchés de paysages, ...

Quelques photos d'ouvrages courants



TOARCC St-Paul



TOARCC Plateau-Caillou



Petite Ravine

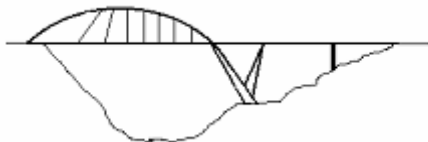


Diffuseur des Colimaçons

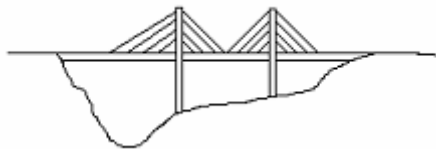
Les ouvrages d'art exceptionnels de la section RD10-
Etang-Salé :

Les ouvrages des concours

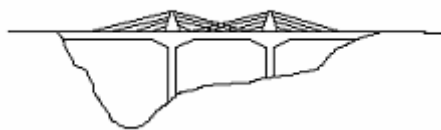
La Ravine des Trois Bassins



Arc à tablier intermédiaire (Ingérop/Mayeur)

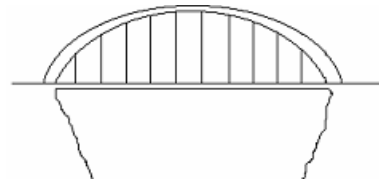


Précontrainte extradossée (Setec/Spielmann)
(nappes latérales)

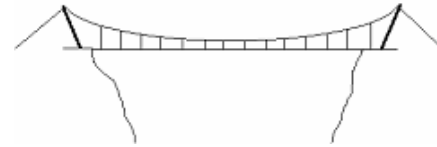


Précontrainte extradossée (Arcadis/Berlottier)
(nappe axiale)

La Grande Ravine



Arc à tablier inférieur (Arcadis/Berlottier)



Pont suspendu (Setec/Spielmann)



Pont à poutre caisson béton et métal (JMI/Lavigne)

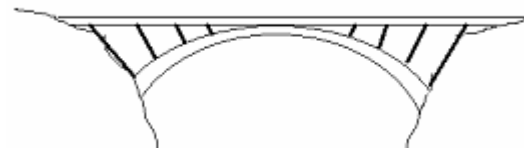
La Ravine Fontaine



Pont treillis suspendu (Ingérop/Berger)

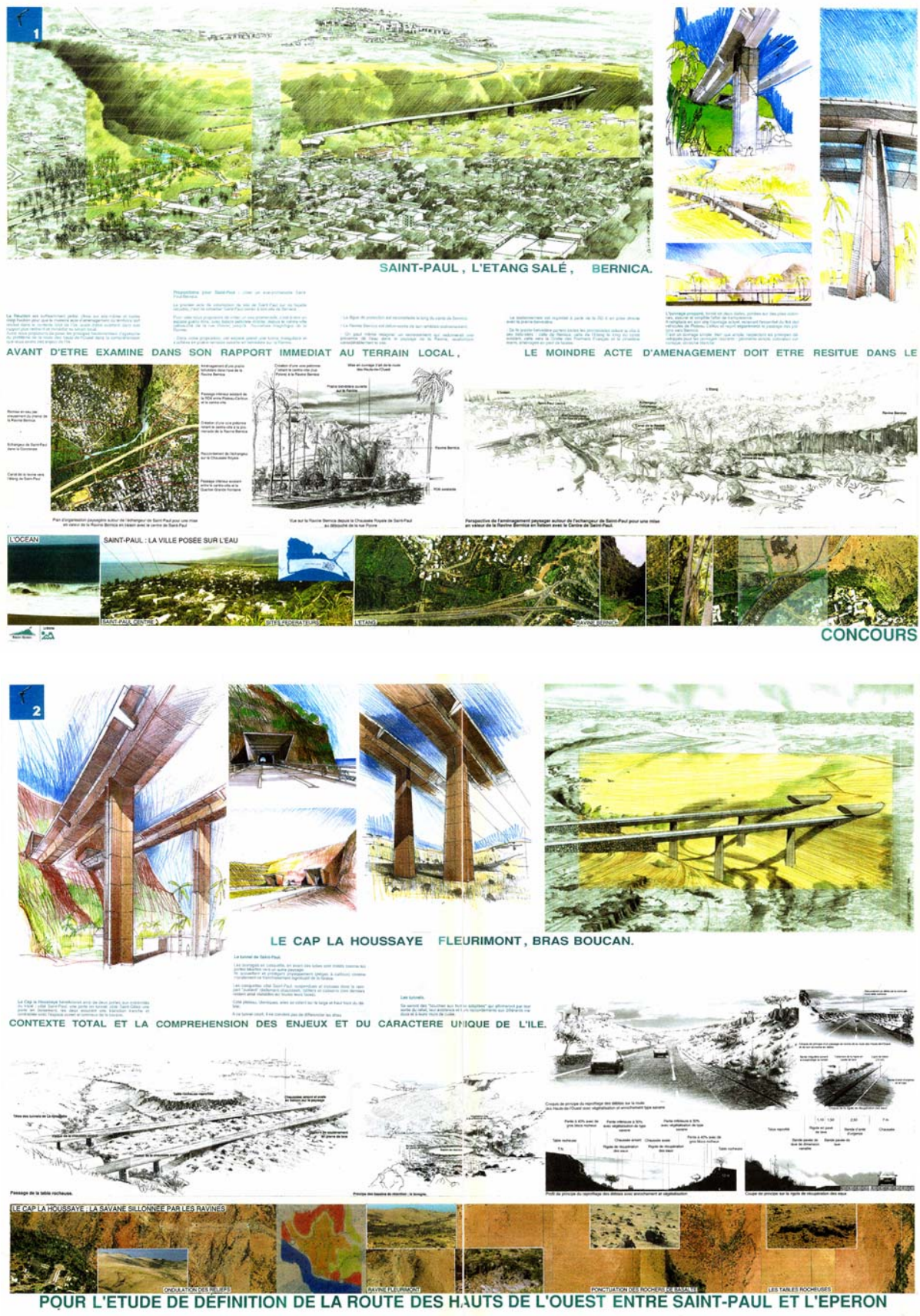


Pont poutre (JMI/Lavigne)



Pont en arc (Greisch/Zirk)

La Route des Tamarins : l'approche architecturale Frédéric Zirk



Viaduc de Saint-Paul : le projet

Daniel de Matteis

Un projet au très long court

Dans les années 1990 : une EPOA puis un dossier de POA

Depuis 1999 : trois EPOA, un POA, deux DCE

Le projet actuel

Le viaduc

La tranchée couverte

Les murs V1 et V2

Equipes en charge du projet actuel

Etudes générales

- Viaduc et murs V1/V2 : Sétra/DGO
- Tranchée couverte : Sétra/DGO puis CETE Méd/DOA

Géotechnique

- CETE Méditerranée/LRPC d'Aix-en-Provence

Architectes

- F. Zirk, P.G. Dezeuse et B. Folléa

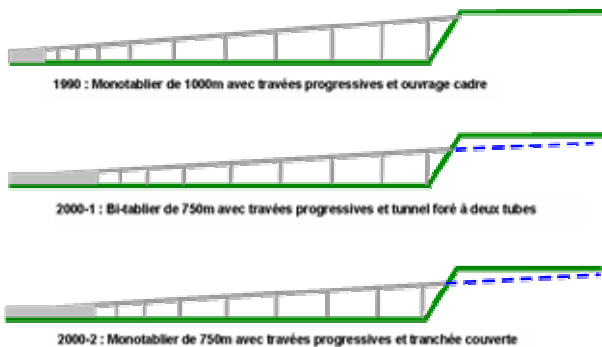
DDE

- Service Grands Travaux

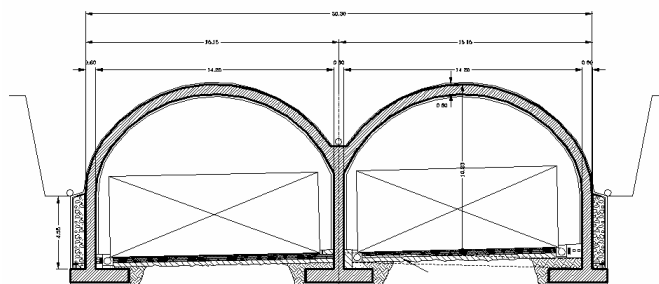
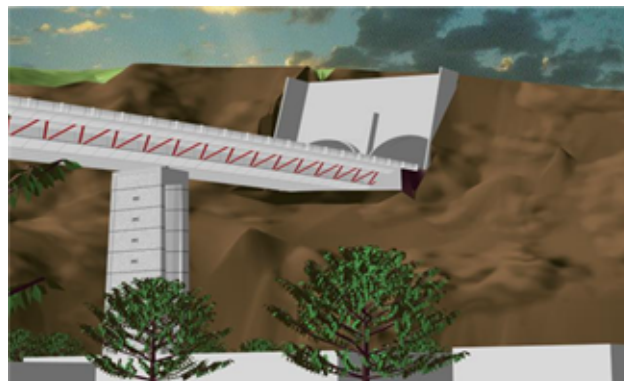
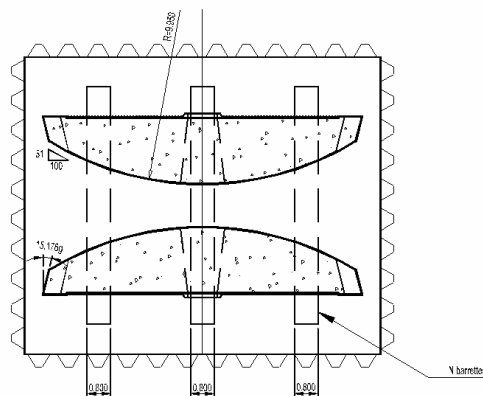
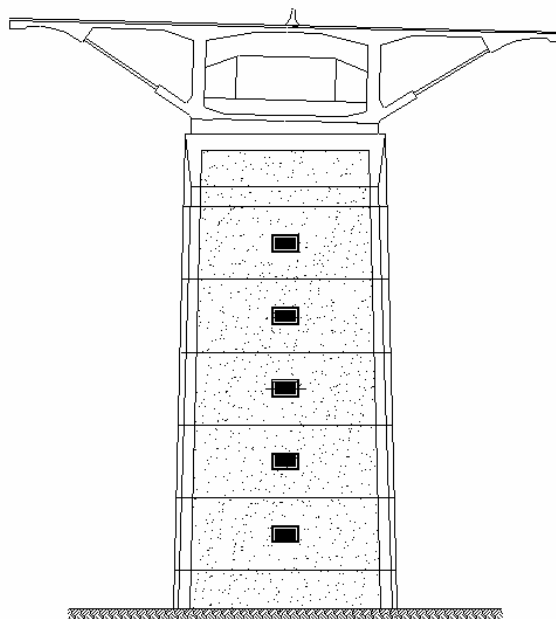
Atelier de travail

- DDE 974, ABF, Architecte conseil, DRAC

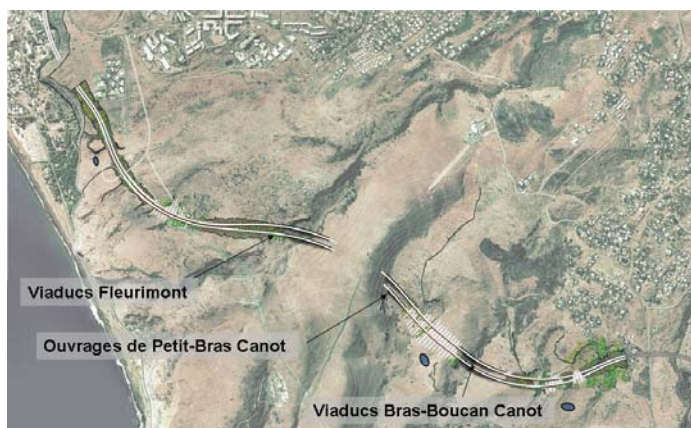
Solutions étudiées



Maquette du projet retenu



Viaducs de la Savane : les travaux Jacques Mossot



Dans le projet préliminaire mis à la première enquête publique, les viaducs n'existaient pas. La recherche d'économie avait conduit à placer le tracé de la route dans la partie amont du lit des ravines. Elle ne comprenait que des remblais et des ouvrages de rétablissement hydraulique.

La route franchit la savane du Cap la Houssaye qui est en cours d'acquisition par le Conservatoire du Littoral.

Dans son premier rapport la Commission d'enquête préconise alors un tracé plus aval pour préserver la qualité paysagère du site et la faune endémique, en particulier les tables rocheuses utilisées par les pailles-en-queue pour se reproduire.

Des ateliers sont alors formés pour étudier le tracé de la route et en particulier les ravines Fleurimont et Bras Boucan Canot séparés par le tunnel double traversant la croupe du Cap la Houssaye.

Les viaducs devenaient alors nécessaires. Pour limiter les mouvements de terre, les chaussées sont sur des ouvrages décalés en plan et en élévation.

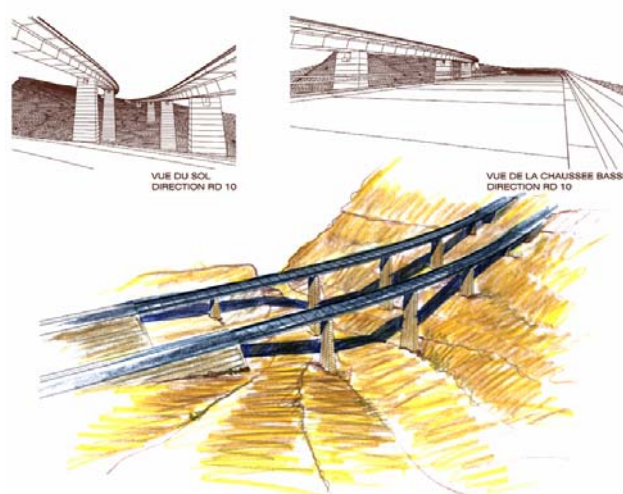
Un parti paysager et architectural des viaducs de la Savane : Sobriété, Intégration, Transparence

L'étude de l'intégration a été faite à l'aide du programme OKTAL

- Parallélisme en plan et en profil en long
- Espacement de 30 m en plan, et 8 m en profil en long
- Tablier de hauteur constante, travées régulières
- Simplicité des formes, piles comme tablier
- Privilégier si possible le « minéral » dans la savane

Une recherche d'économie par la maîtrise d'œuvre :

- Fleurimont et Bras Boucan-Canot : des ouvrages « identiques » dans un même marché
- même portée principale (60 m), même tablier : caisson béton précontraint de hauteur 2,80m et de largeur 13,80 m
- piles « identiques » (fruit constant).



Les terrains rencontrés sont des Brèches de Saint-Gilles entre la ravine Fleurimont et la ravine Saint-Gilles.

En amont du tracé elles consistent en un ensemble de coulées épaisses de Mugéarites donnant des entablements limités par des petites falaises.

Les capacités portantes sont suffisantes pour permettre de fonder superficiellement les viaducs.

Dans la zone du plateau rocheux de Plateau-Caillou, au nord de la ravine Fleurimont, il y a une succession de coulées remplies de larges vallées creusées dans des ravines antérieures.

Seule la culée C0 côté montagne du viaduc de Fleurimont, à cheval sur une passe de basalte et une passe de scories a nécessité des études particulières.

La solution finalement proposée par le groupement d'entreprises et retenue par la maîtrise d'œuvre a été la mise en œuvre d'un béton cyclopéen sur toute l'assise de la culée.

L'étude des risques de chutes de blocs dans cette zone n'a pas montré de danger particulier pour les usagers de la route dans cette zone.

Caractéristiques :

Viaducs Fleurimont :

Viaduc Montagne : 239 m = 32 - 46 - 62 - 62 - 37 m

Viaduc Mer : 214 m = 45 - 62 - 62 - 45 m

Viaducs Bras-Boucan Canot :

Viaduc Montagne : 308 m = 37 - 62 - 62 - 62 - 50 - 35 m

Viaduc Mer : 259 m = 50 - 62 - 62 - 50 - 35 m

Ouvrages de Petit-Bras Canot :

Montagne et Mer : 60 m = 30 - 30 m

Principaux intervenants :

- Maître d'ouvrage : Région Réunion, Ministère de l'Équipement
- Maître d'œuvre : DDE de la Réunion, Service des Grands Travaux
- Architectes : Frédéric Zirk, Pierre-Guillaume Dezeuze, Yves Faup
- Conception : Arcadis
- Entreprises adjudicataires :
 - demathieu & bard (mandataire)
 - GTOI (Grands Travaux de l'Océan Indien)
- Bureau d'étude pour l'exécution :
 - SECOA
- Charpente métallique :
 - Berthold

Quelques dates jalon

Le marché est notifié le : 12 octobre 2004

Ordre de service de commencer les travaux : 13 janvier 2005, à la fin de la période de préparation de 3 mois.

Fin du délai global : 12 septembre 2007

Le délai global du chantier, hors période de préparation, est de 32 mois (hors joints de chaussée).

Bétonnage de la première semelle : 11 février 2005

Bétonnage du dernier voussoir : 10 juillet 2006

Ce délai est dû aux particularités de l'île de la Réunion :

- Fermeture de chantier de 4 semaines à chaque fin d'année
- Elle est d'origine volcanique, celui-ci correspond à un point chaud, il n'y a donc pratiquement pas d'activité sismique,
- L'île est située dans la zone tropicale. Elle peut donc être soumise aux cyclones pendant la période allant du 15 novembre au 15 avril.
- Le CCAP définit les intensités limites des intempéries et autres phénomènes météorologiques.

Tableau des intempéries maximales prévisibles :

Nature du phénomène	Intensité limite	Durée
Vitesse du vent	60 m/s	1 heure
Précipitations (pluie, orage)	400 mm	24 heures

D'autres valeurs de ces phénomènes donnent droit à des prolongations des délais.

Le chantier a choisi de continuer la construction des ouvrages pendant la période cyclonique.

Des précautions particulières sont prises pour assurer la sécurité des matériels en cas de cyclone annoncé. Leurs

prévisions sont faites avec 3 jours de marge, permettant de haubaner les grues à tour et de protéger les autres matériels.

Pour les équipements, les effets du vent ont été calculés en appliquant les règles NV en zone 5, soit : $V = 240 \text{ km/h}$

Les portées des ouvrages en béton précontraint sont les suivantes :

- viaduc de Fleurimont Montagne : 32 - 46 - 62 - 62 - 37 m
- viaduc de Fleurimont Mer : 45 - 62 - 62 - 45 m
- viaduc de Boucan Canot Montagne : 37 - 62 - 62 - 62 - 50 - 35 m
- viaduc de Boucan Canot Mer : 50 - 62 - 62 - 50 - 35 m

Les axes d'implantation sont définis sur des courbes :

- viaduc de Fleurimont Montagne : cercle de rayon 975 m
- viaduc de Fleurimont Mer : cercle de rayon 945 m
- viaduc de Boucan Canot Montagne : alignement droit, clothoïde et cercle de rayon 596,530 m
- viaduc de Boucan Canot Mer : alignement droit, clothoïde et cercle de rayon 590 m

Les dévers sont variables entre 0 et 3,2 %.

Hypothèses principales

- Béton

Le poids propre de la structure est calculé à partir des sections de béton avec la masse volumique de 2,6 t/m³

- Précontrainte

Précontrainte intérieure au béton (procédé SB) : 12 T15 super

Précontrainte extérieure au béton (procédé VSL) : 19 T15 super

- Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation prévues par le CCTP et prises en compte dans les calculs sont celles de l'Eurocode 1 Partie 2 « Charges sur les ponts dues au trafic ».

Traffic de Classe 2. 4 voies de 3m + 0,50m

- Vent en service

Pression du vent horizontal : 4 000 N/m²

Pression du vent vertical : 500 N/m²

- Charges dues à l'équipage mobile

Poids de la partie extérieure de l'équipage : 28 t

Poids du noyau intérieur : 7 t

- Vent à la construction :

Pression du vent horizontal : 4 000 N/m²

Pression du vent vertical : 500 N/m²

- Hypothèses géotechniques

Les pressiomètres ont donné des valeurs ple* comprises entre 4,25 et 5,00 MPa

Au stade de la remise de l'offre le groupement d'entreprises a cherché à optimiser sa proposition technique sur deux points particuliers :

- pour les viaducs de Fleurimont et de Bras Boucan Canot :

Les tabliers sont réalisés en encorbellement de part et d'autre des piles à l'aide d'équipages mobiles à partir des VSP, le groupement a cherché à limiter les zones coulées sur cintre à partir des culées et à utiliser au

mieux les équipages mobiles et les grues à tour nécessaires à la construction des fléaux. Cela nous a conduit à adopter un découpage :

- ➔ VSP de 8 m de long,
- ➔ voussoirs courants de 3,20 m
- ➔ voussoirs de clavage de 2,80 m.

Le fléau courant de 62 m comprend un VSP de 8 m, 8 paires de voussoirs courants de 3,20 m et un voussoir courant de 2,80 m.

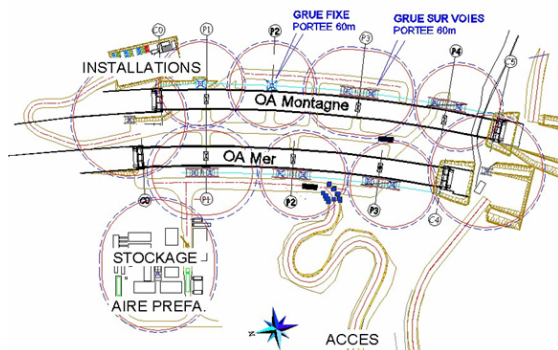
Pour limiter les parties construites sur cintre, nous avons constitué des fléaux avec un sur-encorbellement d'un voussoir courant.

Le clavage est fait avec un équipement mobile.

Pour le viaduc de Bras Boucan Canot côté mer, nous avons ajouté un fléau court de 2 x 5 voussoirs sur la pile P4 pour limiter les parties coulées sur cintre prévues dans le DCE.

- ➔ pour l'ouvrage du Petit-Bras Canot nous avons utilisé la possibilité de proposer une variante pour le tablier : l'ouvrage prévu en pont-dalle précontraint est redimensionné en pont mixte.

Les tabliers des ravines Fleurimont et Bras Boucan Canot côté montagne et mer d'une même file de piles sont réalisés avec un faible décalage.



Le planning de chantier nécessite la mise en place d'au moins 4 grues à tour pour permettre la réalisation de 4 fléaux en même temps. Les tabliers côté Montagne et côté Mer sont réalisés simultanément.



La réalisation des viaducs de Fleurimont

PILES

Les piles sont fondées superficiellement.

Elles sont creuses et rectangulaires. Elles ont un fruit constant de 1 horizontalement pour 30 verticalement sur les 4 faces.

Les parois sont matricées et ont une épaisseur minimale constante sur toute la hauteur de 450 mm.

Les chevêtres ont une épaisseur totale de 4,50 m. Ils sont évidés longitudinalement dans l'axe de la pile sur une profondeur de 1,500 m avec une largeur en tête de 2,300 m et de 1,600 m dans la partie inférieure.

Les dimensions en plan des chevêtres en tête des piles sont égales à 6,300 m par 3,000 m sur toutes les piles.

La sous-face du chevêtre est réalisée à l'aide d'une prédalle.



Outils-coffrant CTLM avec des levées de 4,500 m

Les appareils d'appui sont du type appareils d'appui à pot de 9000, 13000 ou 14 000 KN sur piles, 5000 KN sur culées.

La stabilité des fléaux en phase de construction est assurée par des appuis provisoires et des câbles de précontrainte de stabilité.

La stabilité des fléaux, et en particulier la précontrainte de clouage, est justifiée par application du guide de conception du SETRA « Ponts en béton précontraint construits par encorbellements successifs » de juin 2003.

Par rapport aux règles définies dans le Complément du Bulletin Technique n°7 du SETRA, les nouvelles règles de justification imposent de dimensionner la précontrainte en vérifiant le non décollement total sur chacun des appuis provisoires sous les combinaisons d'équilibre statique.

La stabilité est assurée grâce à 4 à 8 câbles 19T15S Classe 1860 d'environ 8,40 m de longueur, ancrés d'un côté sur l'intrados du tablier dans des plots d'ancrage préfabriqués et de l'autre sous le chevêtre.

Les dimensions laissées libres en tête des piles sont assez faibles (deux rectangles de 2 m transversalement par 3 m longitudinalement). La place occupée par les appuis provisoires et des appuis définitifs en phase de construction ne permet pas de disposer des vérins en tête des piles.

Le groupement avait proposé de réaliser les fléaux sur des appuis constitués de boîtes à sable.

Les calculs menés en appliquant les nouvelles règles du SETRA donnant des contraintes de compression importantes sur ces boîtes à sable, l'entreprise a proposé de réaliser ces appuis provisoires en béton armé et de prévoir des appuis à pot injectables fournis par ETIC.

Cette solution permet de réaliser le fléau sur des cales provisoires en béton. Elle autorise un vérinage du tablier pour retirer les blocs de béton sans utilisation de vérins hydrauliques grâce à ces appareils d'appui mis en place au début de la construction du fléau. Elle peut permettre, si nécessaire, de compenser des petits tassements.



Appuis du tablier en phase de construction : cales provisoires en béton armé et appareils d'appui à pot injectables

TABLIER

La hauteur du tablier est égale à 2,80 m, soit un élancement de 1/22,1.

Les premiers calculs faits par le bureau d'études ont montré que les contraintes de cisaillement dans les âmes étaient trop importantes. Le Maître d'œuvre a choisi d'épaissir les âmes à 600 mm (750 mm pour le VSP) et de descendre deux paires de câbles de fléau dans les âmes des deux premières paires de voussoirs courants pour réduire l'effort tranchant.

L'épaisseur minimale des hourdis supérieur et inférieur est de 250 mm (section courante $S = 8,95 \text{ m}^2$).

Un épaissement du hourdis inférieur de 250 à 500 mm est prévu sur le voussoir sur pile.

La largeur des voussoirs est constante et égale à 13,80 m.

La réalisation des fléaux du tablier nécessite :

- deux plateformes de VSP (SIMPRA)
- deux outils coffrant de VSP (SIMPRA)
- deux paires d'équipages mobiles (ERSEM)



Réalisation d'un VSP



Réalisation d'un VSP et de la partie sur cintre du tablier

Durée de réalisation VSP : 6 semaines (y compris la pose de la plateforme)



Bétonnage d'un voussoir courant

Durée de montage des équipages pour réalisation V1 : 2 à 3 jours (hors premier montage)

Cadence moyenne de réalisation d'une paire de voussoirs : 3 jours par paire sur 60 % des tabliers, puis 2 jours par paire.



Réalisation du voussoir de clavage

Voussoir de clavage : 4 jours + 1 jour pour mise en tension des câbles éclisses.

Démontage de l'équipage opposé au clavage, après mise en tension des câbles éclisses entre fléaux.

Transfert des équipages : 4 à 5 jours



Réalisation des parties coulées sur cintre (cintre près de la culée CO du tablier Fleurimont côté Montagne)



Viaduc de Fleurimont côté Montagne en cours de construction

Quantités principales

Désignation	Unités	Viaducs	
		Fleurimont	Bras Boucan Canot
Armatures passives des appuis	t	630	1080
Armatures passives du tablier	t	800	1040
Précontrainte intérieure	t	101	126
Précontrainte extérieure	t	58	74
Béton des appuis	m ³	4600	6650
Béton du tablier	m ³	5000	6150



Réalisation du viaduc de Petit-Bras Canot (tablier mixte)

Pour permettre la prise en main d'un matériel nouveau pour le personnel que le groupement d'entreprise a embauché sur l'île, nous avons mis au point :

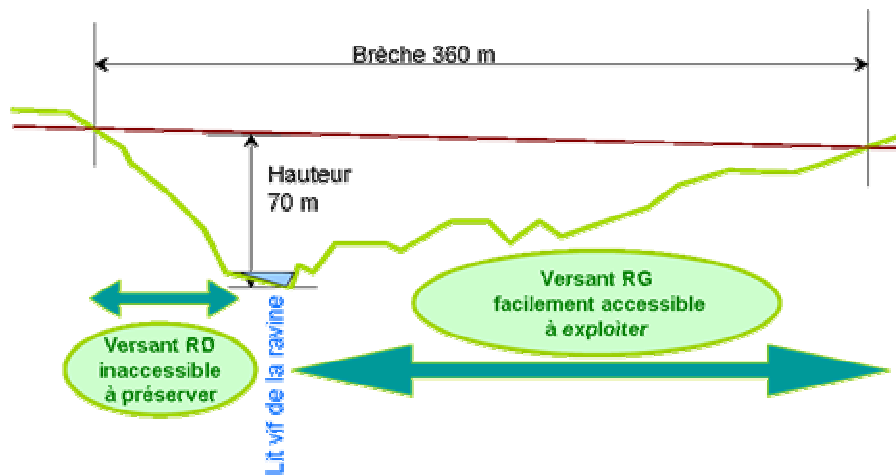
- ➔ un livret de formation décrivant et montrant les différentes phases de manœuvre d'un équipage,
- ➔ un film d'animation en image numérique sur DVD visualisant chaque étape de montage, d'avancement et de bétonnage d'un voussoir dans un équipage mobile.



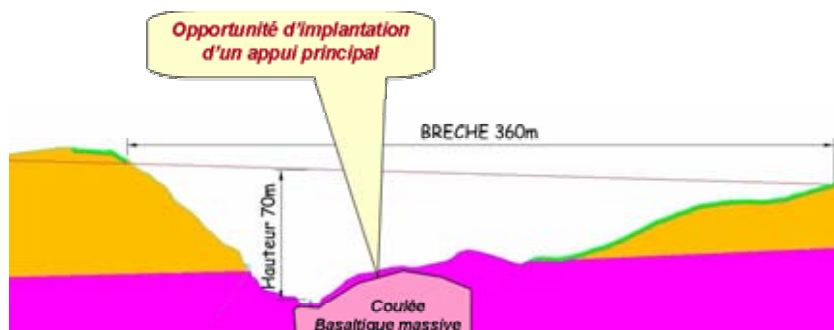
Viaduc de Trois-Bassins : le projet
Jacques Frappart



Le cadre

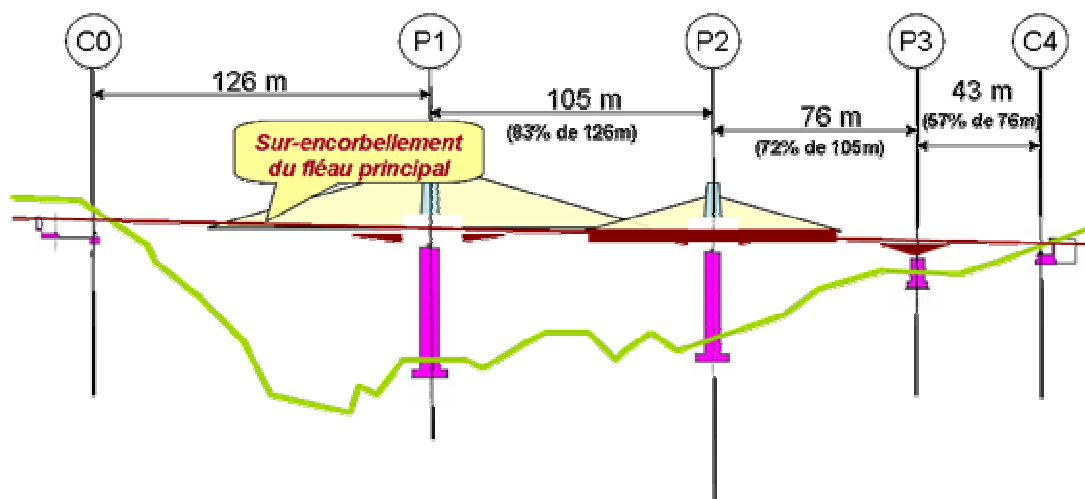


Une brèche dissymétrique spécifique



- Eboulis et limons de surface
- Coulés Basaltiques "Roche Pintade"
- Alternance de couches Mugéarite - Scories

Des opportunités géotechniques



Une travure exceptionnelle : Une démarche de conception technique et architecturale intégrée

Un choix original mais cohérent de distribution des travées

Un tablier fin et aérien de hauteur constante : un élanement exceptionnel de 1/32ème grâce à :

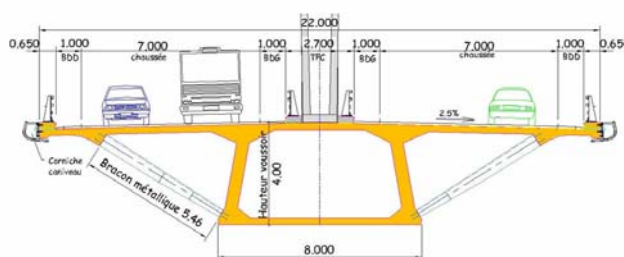
- l'extradosage de la précontrainte
- l'utilisation du béton 60 MPa
- une structure en caisson à consoles latérales et bracons

La performance économique et la garantie des budgets :

- des structures en béton
- la construction par encorbellements successifs parfaitement maîtrisée à la Réunion

La réponse structurelle harmonieuse en miroir de la brèche

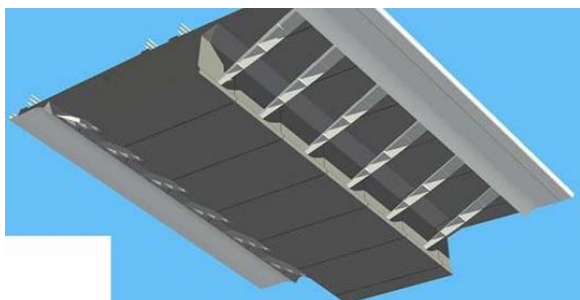
- la dégressivité des travées
- la dissymétrie des nappes de câbles et des dimensions des déviateurs
- les sections des piles et les goussets sur appuis également dégressifs



La section transversale en mono-caisson et bracons



La perception de l'utilisateur



LES QUANTITES PREVISIONNELLES

Tablier	Béton B60 : 695 m ³
	Aciers passifs : 1 180 T
	Précontrainte longitudinale : 315 T
	Précontrainte transversale : 68 T
Appuis	Béton B35 et B45 : 3910 m ³
	Aciers passifs : 645 T
	Micro-pieux : 1100 m

Terrassements : 15 000 m³ (1/3 rocher)
Parois clouées : 630 m²

LES ESTIMATIONS ET COUTS

Estimation prévisionnelle des travaux

33 550 000 € TTC

Appel d'offres travaux: 3 candidats, 2 offres et AO fructueux

Montant du marché

EIFFAGE TP/ RAZEL/MATIERE

31 463 000 € TTC

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'Ouvrage Région Réunion Direction d'Opérations
Route des Tamarins

Groupement de Maîtrise d'œuvre :

Ingénierie	ARCADIS ESG Mandataire COTIBA Développement
Architecture	STRATES

Directeur de Projet	Jacques FRAPPART (ARCADIS)
Tablier	Jean Louis MICHOTÉY Nastaran VIVAN (COTIBA)

Appuis et fondations	Michel BOY (ARCADIS) Olivier GIVET (ARCADIS)
----------------------	---

Architecture	Jean Vincent BERLOTTIER Damien RENAUD (STRATES)
--------------	--

Etudes dynamiques	Denis RIGAULT (ARCADIS)
-------------------	-------------------------

Conseil	Bernard GAUSSET (ARCADIS)
---------	---------------------------

Maître d'œuvre	Dominique AUBRON (ARCADIS)
----------------	----------------------------

Groupement d'entreprises :

EIFFAGE TP Mandataire

RAZEL

MATIERE TP

Directeur de Travaux : Vincent BONNEFOUS (EIFFAGE)

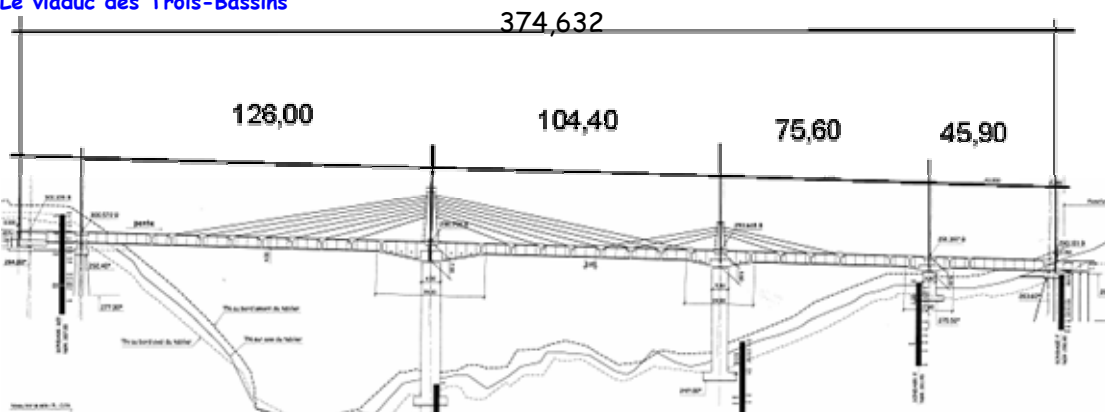
Quelques photos du chantier



Ouvrage exceptionnel de franchissement de la ravine de Trois Bassins

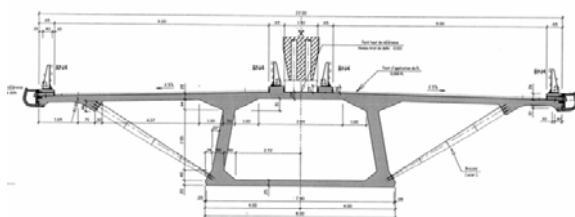
Viaduc de St-Paul / Viaduc de Trois-Bassins : une même réponse à l'appel d'offres : le phasage transversal
Emmanuel Boudot

Le viaduc des Trois-Bassins



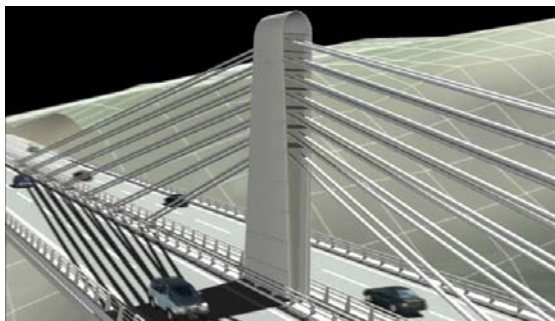
Coupe longitudinale

Viaduc en béton précontraint à 2 x 2 voies. TPC de 2,70m
Tracé en alignement droit. Dévers en toit de +/- 2,5%.
Pente longitudinale variable: 3%
Longueur : 374,632 m
4 travées



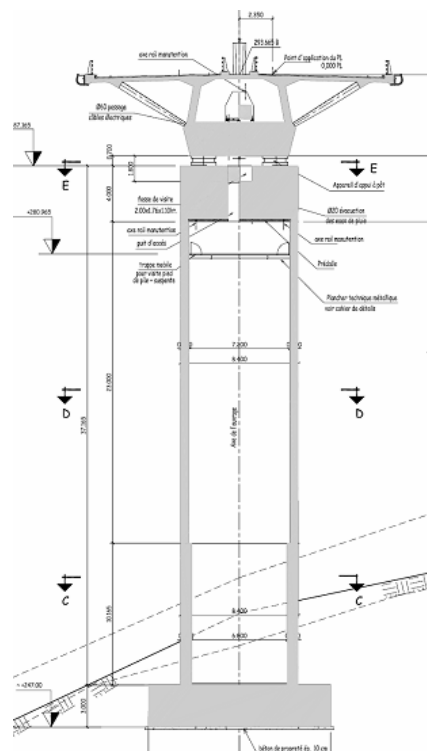
Coupe transversale

Largeur 22,00 m. Encorbellements soutenus par des bracons métalliques.
Caisson de hauteur constante 4,00 m sauf au droit des piles: 5,20/5,80/7,00
Ames à inclinaison inversée.
Béton C60/75



Précontrainte extradossée

Pile P2 : 1 nappe de 3 câbles 37T15
Pile P1 : 2 nappes de 7 câbles 37T15
Déviateurs habillés de plaques en béton blanc poli



La pile P2

3 piles creuses oblongues
Hauteur variable de 8,20 m à 48,10 m
Épaisseur de 0,80 ou 0,60 m
Section variable pour chaque pile:
P1 7,80 x 6,80
P2 8,40 x 5,80
P3 8,70 x 4,60

Quelques quantités (valeurs du Marché)

Terrassements

Déblais généraux 21 000 m³
Fouilles appuis 14 500 m³

Appuis

Béton 4 000 m³
Aciers HA 650 T

Tablier

Béton	6 950 m ³
Aciers HA	1 200 T
Précontrainte transversale	67 T
Intérieure	172 T
Extérieure	50 T
Extradossée	94 T



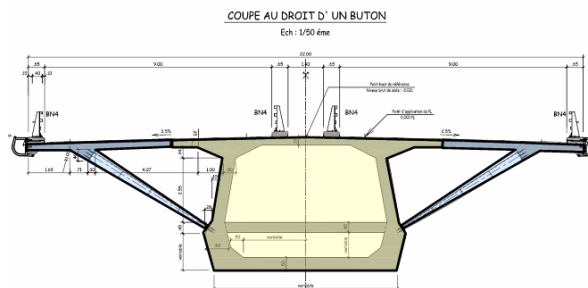
La pile P1

Fûts de piles et chevêtres

Coffrage grimpant DOKA

Levées de 4,00 m (P3, P1) ou 3,00m (P2) :

« Homothétie » voulue par l'Architecte



Coupe au droit d'un bouton

Réalisation en deux phases

1ère phase: exécution des VSP avec un outil spécifique puis du noyau central par encorbellements successifs à l'aide d'équipages mobiles - Longueur des voussoirs : 3,60 m

2ème phase: pose des bracons et réalisation des encorbellements à l'avancement



Voussoir sur pile 1

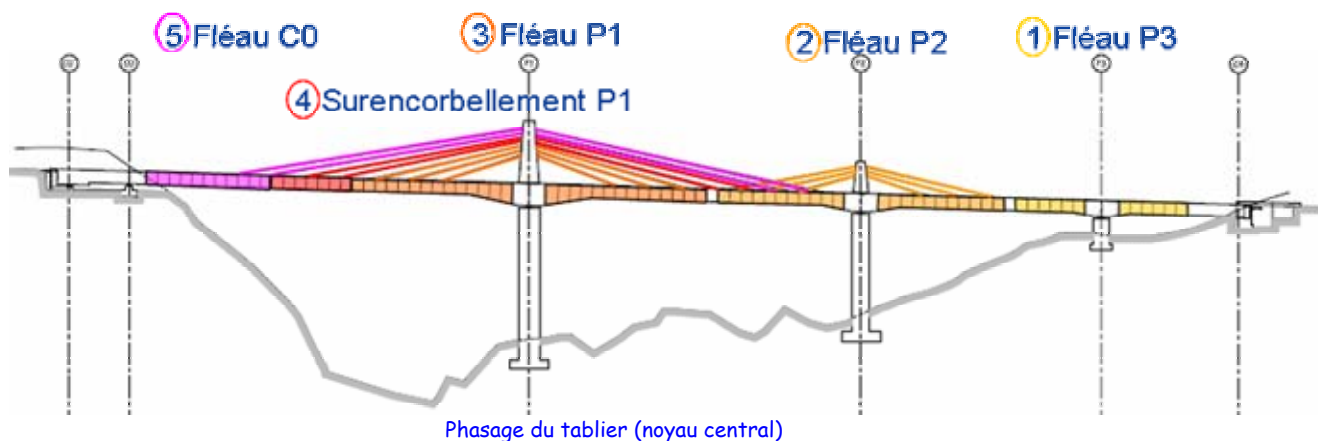
Voussoirs sur piles : longueur 10,80 m hauteur variable de 5,20m à 7,50 m

2 phases...

Coffrage outil SIMPRA: plateforme + extérieur

Coffrage intérieur mixte bois métal fabrication chantier

Géométrie de la plateforme modifiée à chaque pile





L'équipage mobile



2ème phase : les encorbellements

Viaduc et tranchée couverte de Saint-Paul

Viaduc en béton précontraint à 2 x 3 voies.
Tracé en plan en « S ». Dévers variable de +/- 2,5% à 3,8%

Pente longitudinale variable: 6% sur 677 m

Largeur 26,70 m. Encorbellements soutenus par des bracons métalliques. Caisson de hauteur constante : 4,50 m

Longueur : 756 m

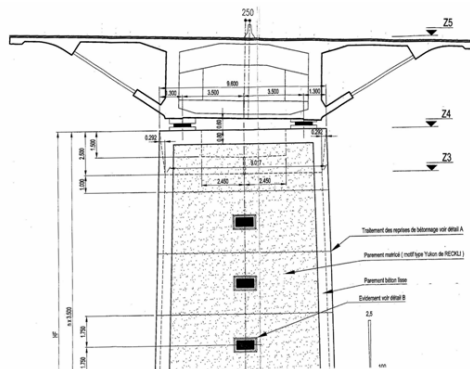
11 travées : 34,5 + 5 x 60 + 78 + 3 x 96 + 55,5

Fondations profondes par barrettes ancrées dans les formations basaltiques sous les dépôts alluvionnaires.

Barrettes de 0,80 x 4,80/5,30/4,35 m

P1 à P4 : 3 barrettes/piles de 14 à 24 m
P5 et P6: 4 barrettes/piles de 16 à 28 m
P7 à P10: 10 barrettes/piles de 20 à 26 m
Total : 69 barrettes

Jet grouting sous la pointe des barrettes en cas d'ancrage dans les blocs



Coupe sur appuis



Pile P2 - Levée 1

10 piles
Hauteur variable de 6,04 m à 41,18 m
Tablier sur appuis (P1 à P6) ou encastré (P7 à P10)
Fût dédoublé, parement matricé, évidements

Fûts de piles

Coffrage grimpant levées de 3,50 m

Chevêtres

Hauteur 3,50 m. Coulage en une seule phase

Quelques quantités (valeurs du Marché)

Fondations spéciales

Béton 6 000 m³

Aciers HA 650 T

Viaduc

Béton 31 500 m³

Aciers HA 4 900 T

Précontrainte 895 T

Tranchée couverte

Déblai (yc merlon) 90 000 m³

Remblai 140 000 m³

Béton 9 900 m³

Aciers HA 1 400 T

Tablier

Réalisation en deux phases:

1ère phase: exécution des VSP avec un outil spécifique puis du noyau central par encorbellements successifs à l'aide d'équipages mobiles - Longueur des voussoirs : 3m
2ème phase: pose des bracons et réalisation des encorbellements à l'avancement

Voussoirs sur piles

Réalisation en deux phases



Réalisation du noyau

Voussoirs courants :

Équipages mobiles ERSEM

- à poutres porteuses sous le hourdis inférieur
 - supportées par des cols de cygne accrochés au voile amorce de bracons
 - Coffrages d'encorbellements avec poutres tiroirs

Ferrailage en deux cages préfabriquées:

- U inférieur
- Table du hourdis supérieur



2ème phase : réalisation des encorbellements latéraux et pose des bracons.

- Réalisation par plots de 6,00m (2 voussoirs) à l'aide d'outils « toute largeur » autostable (pas d'ancrages dans le tablier)
- Deux outils successifs :
 - Un outil pose des bracons et ferrailage
 - Un outil coffrage bétonnage