

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 116 (1990)  
**Heft:** 6

## **Wettbewerbe**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 27.12.2024

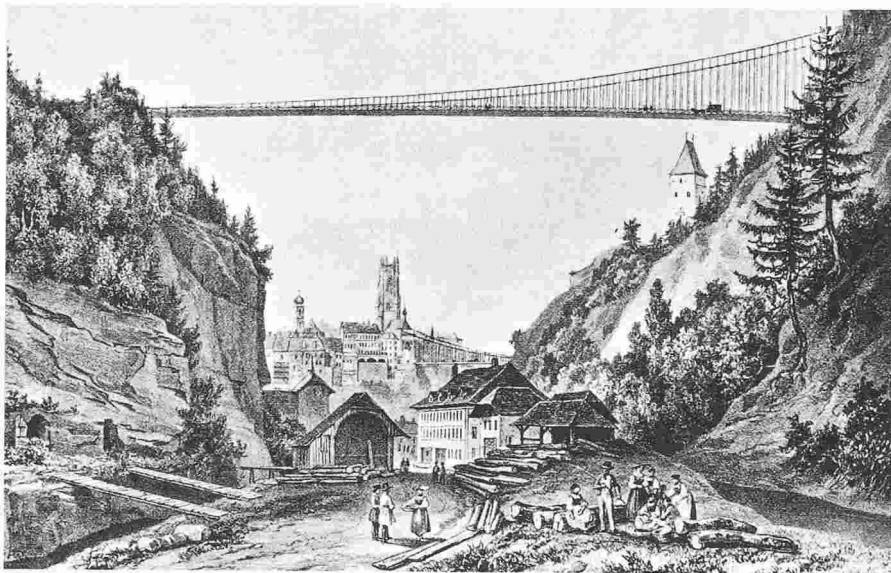
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Pont de la Poya à Fribourg

## Résultats

La Ville de Fribourg, maître de l'ouvrage, en accord avec la Direction des travaux publics du canton de Fribourg, a ouvert un concours de projet sur invitation pour la construction du pont de la Poya entre le Schönberg et la rue de Morat.

Cette nouvelle liaison a pour but de dévier le trafic du centre historique de la ville, de relier la rive droite de la Sarine, son arrière-pays et le quartier du Schönberg à la jonction Fribourg-Nord de la RN12.



Pont du Gottéron, lithographie de Laurent Deroy (Kunstdenkmäler der Schweiz, Fribourg I).

Les ponts occupent traditionnellement une place importante dans l'histoire de la ville de Fribourg. On trouve la mention du franchissement de la Sarine dès le début du Moyen Age. La situation et la topographie de la cité ont imposé de tout temps à ses édiles et à ses bâtisseurs la construction de ponts comme une tâche permanente. Les ponts ont modelé l'image de Fribourg à partir du XIII<sup>e</sup> siècle, lorsque la ville a commencé à s'étendre sur la rive droite de la Sarine. Dès lors, on peut suivre comme un fil conducteur l'essor de la construction de ponts, avec une densité qui s'impose à l'attention comme nulle part ailleurs. Les étapes les plus importantes et les plus impressionnantes sont marquées par le «pont du Gottéron» et par le «Grand-Pont». Avec leurs portées de 151 et 246 m, ces ouvrages représentent de nos jours encore des performances respectables. Le Grand-Pont date de 1832-1834; il a été remplacé par un ouvrage de béton dans les années vingt de ce siècle. Le pont du Gottéron a été construit en 1838-1840. Il a également été remplacé par un ouvrage en béton (1959-1960).

Dans cette perspective historique, le résultat du concours pour le pont de la Poya est réjouissant sous l'angle de la créativité. «Les ponts sont plus qu'un franchissement» – ainsi pourrait-on tra-

duire le thème d'un récent exposé du professeur Christian Menn devant les membres de la section zuricoise de la SIA. J'aimerais souligner ici la portée de cette affirmation et exprimer l'avis qu'elle a trouvé au moins le début d'une application dans le cadre de ce concours. Malheureusement – à quelques exceptions près – on ne peut en dire autant dans le domaine des routes nationales,

où l'on ne trouve guère que des franchissements, optimisés sur le plan technique, où la créativité se manifeste au mieux dans le degré d'élançement et la structure superficielle des piles. Il semble par contre que Fribourg renoue heureusement avec une tradition ancienne.

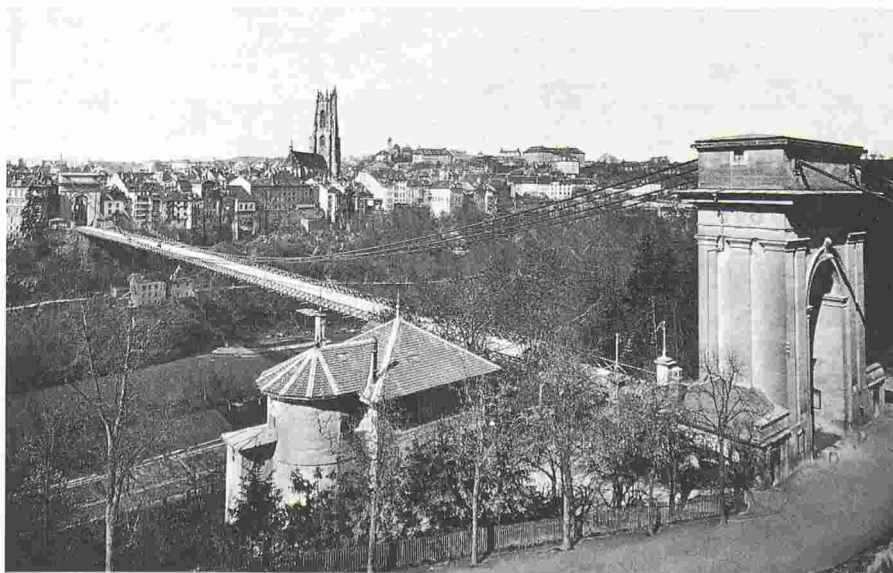
Les ponts font de nouveau l'objet d'une étude des formes – les différences entre les solutions proposées ne se limitent plus au rythme de l'espacement des piles. En examinant de plus près les ouvrages, on s'aperçoit qu'ils sont de nouveau activement intégrés au paysage – les ponts redeviennent «porteurs». La Poya n'est pas un cas unique: ces derniers temps, on trouve d'autres exemples – également de dimensions plus modestes et recourant à d'autres matériaux – qui rompent avec l'uniformité et constituent autant d'encouragements à la renaissance de la diversité dans la construction des ponts.

Bruno Odermatt  
(Adapté en français  
par Jean-Pierre Weibel)

Le pont de la Poya relie le quartier du Schönberg à la rue de Morat; il traverse la Sarine et se poursuit par une tranchée couverte sous le parc de la Poya.

Sa longueur est d'environ 650 m, sa largeur de 16 m et sa hauteur d'environ 80 m au-dessus de la Sarine.

Il est prévu sur le pont deux voies de roulement pour le trafic privé et public et des voies séparées pour les deux-roues légers d'une part et les piétons d'autre part. Le tracé de l'ouvrage, la répartition des voies sur la largeur du pont en fonction des différents moyens de transport ainsi que l'organisation de la circulation ont été laissés au libre choix des concurrents.



Grand-Pont vers 1900 (Kunstdenkmäler der Schweiz, Fribourg I.)



Dans la zone de la station d'épuration, l'implantation des piles ne doit ni perturber l'exploitation ni compromettre les extensions prévues.  
 Le choix de la conception a été laissé aux cinq concurrents dont deux ont opté pour le pont haubané, le troisième pour l'arc et les deux autres pour le pont-poutre. Les caractéristiques résultant de ces choix sont résumées dans le tableau 1.

**Jury**

Le jury était composé des membres suivants :  
 M. Marcel Clerc, vice-syndic, conseiller communal, directeur de l'Edilité, Fribourg, président ; M<sup>me</sup> Madeleine Duc-Jordan, conseillère communale, directrice de l'Aménagement et de la Circulation, Fribourg ; M<sup>me</sup> Roselyne Crausaz Németh, conseillère d'Etat, directrice des Travaux publics, Fribourg ; MM. Pierre Dubas, professeur EPFZ, Zurich ; Hans Hauri, professeur EPFZ, Zurich ; Christian Menn, professeur EPFZ, Zurich ; Pierre Zoelly, architecte FAS, Zollikon ; Olivier Gicot, ingénieur dipl. EPFZ, Fribourg.  
 Suppléants : MM. François Waeber, ingénieur cantonal adjoint, Marly ;

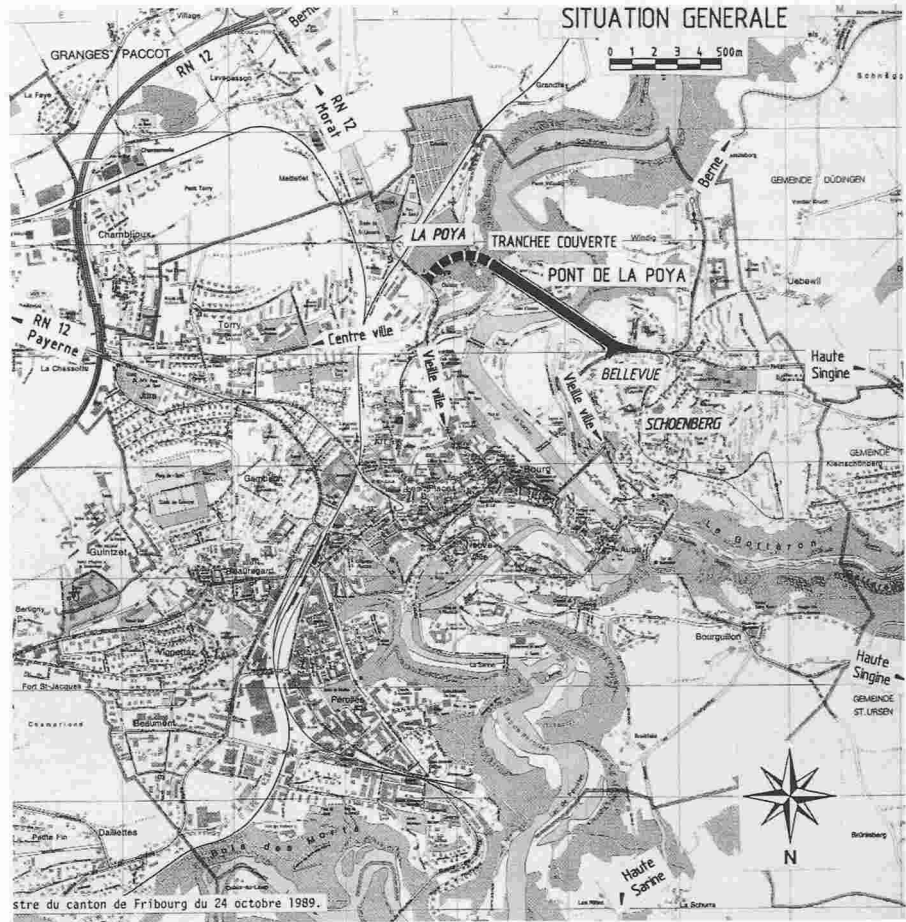


TABLEAU 1. - Caractéristiques des projets.

PROJET	TYPE DE PONT	CARACTERISTIQUES FONCTIONNELLES		CARACTERISTIQUES PRINCIPALES					
		TRACE	LARGEUR TOTALE VOIES DE CIRCULATION	MATERIAU	LONG. DU PONT	SURFACE TABLIER	NBRE PILES	LONGUEUR DES TRAVEES	DUREE DES TRAVAUX*
<b>A</b>	PONT HAUBANE 	AXE DE BASE MAINTENU	16.8 et 17.8m  AVAL AMONT	MIXTE : ACIER / BETON	631 M	11010 M2	9	60+75+168+ 75+60+4x40+33m	27 MOIS + 2 PAUSES HIVERNALES
<b>B</b>	PONT-POUTRE 	AXE DE BASE MODIFIE	16m  AVAL AMONT	BETON	647 M	10467 M2	7	52+66+100+157+100+66+56+50m	32 MOIS
<b>C</b>	PONT-ARC 	AXE DE BASE MAINTENU	16m  AVAL AMONT	BETON	639 M	10746 M2	9	30+2x44+260+5x44+35m	31 MOIS
<b>D</b>	PONT-POUTRE 	AXE DE BASE MODIFIE	16m  AVAL AMONT	BETON	622 M	10542 M2	8	55+95+145+95+4x48+40m	29 MOIS
<b>E</b>	PONT HAUBANE 	AXE DE BASE MAINTENU	16.8m  AVAL AMONT	BETON	642.7 M	12067 M2	9	43,2+76+260+76+36+34+32+ 2x30+25,5m	24 MOIS

LEGENDE : T = TROTTOIR PC ↓ = PISTE CYCLABLE 1 SENS VCA = VOIE DE CIRCULATION AUTOMOBILE  
 PC ↑↑ = PISTE CYCLABLE 2 SENS \* ESTIMATION DES CONCURRENTS



Joseph Berther, ingénieur de Ville, Fribourg, secrétaire du jury.

Experts: MM. Roger Currat, urbaniste cantonal, Fribourg; Bruno de Weck, avocat, président de la Ligue fribourgeoise pour la protection de la nature, Fribourg; Claude Barras, ingénieur de circulation de la Ville de Fribourg; Guy Papilloud, ingénieur dipl. EPFL, Société suisse des entrepreneurs, Lausanne; Stephan Zingg, ingénieur dipl. EPFZ, Centre suisse de la construction métallique, Zurich; Jean Bongard, ingénieur dipl. EPFL, Bureau Clément + Bongard, Fribourg, ingénieur-conseil.

## Jugement

Le jugement s'est fait sur la base d'analyses des projets consignées dans des rapports et corapports. Le jury avait en outre à sa disposition une maquette et un photomontage.

Le classement a été établi sur la base des quatre critères suivants:

- la conception et la construction
- l'esthétique et l'intégration dans le site urbain
- le trafic et la sécurité
- l'économie.

Le jury a apprécié le fait de pouvoir choisir parmi plusieurs types de pont. Il regrette cependant que les projets les plus intéressants n'aient pas été traités de manière satisfaisante sous tous les aspects.

## Palmarès

1<sup>er</sup> prix Fr. 37 000.-: Zwahlen & Mayr, Aigle (VD); Brugger, Clément, Collaud SA, Marly; Schneider, Chablais SA, Givisiez; Gorgé, Hartenbach, Houriet, Vaucher, Saint-Blaise (NE).

2<sup>e</sup> prix Fr. 34 000.-: Von der Weid SA, Fribourg; Bänziger & Partenaires SA, Zurich.

3<sup>e</sup> prix Fr. 31 000.-: A. Barras, Bulle; Réalini & Bader SA, Lausanne; professeur R. Walther, EPFL, Lausanne.

4<sup>e</sup> prix Fr. 28 000.-: Ingénieurs Civils Associés SA, Fribourg; Bruderer SA, Fribourg; Emch & Berger SA, Berne.

5<sup>e</sup> prix Fr. 10 000.-: Baeriswyl & Wicht SA, Fribourg; Brasey H., Fribourg; professeur R. Favre, EPFL, Lausanne. La somme de 140 000 francs mise à disposition a été entièrement attribuée. De plus, chaque participant a reçu une indemnité fixe de 55 000 francs.

Le jury a décidé que le rapport rédigé en français faisait foi.

## Recommandation du jury

Le jury recommande à l'unanimité d'attribuer le mandat pour la poursuite de l'étude aux auteurs du projet A, classé au premier rang. Ils devront tenir compte d'un remaniement du projet selon les vœux du maître de l'ouvrage et du jury.

## Extraits du rapport du jury

### 1<sup>er</sup> prix

#### Description du projet

Le système porteur comprend un pont haubané en béton armé encadré de viaducs d'accès en construction mixte. La géométrie en plan et le profil en long sont maintenus par rapport au dossier de base.

Pour le tablier, il est prévu d'utiliser un béton 50/40. Le haubanage est constitué de câbles BBR. On utilise à part cela des matériaux usuels à haute résistance.

La portée centrale de l'ouvrage haubané atteint 168 m alors que les travées d'approche présentent une portée courante de 40 m. Dans la partie haubanée de 318 m, la section du tablier est constituée d'une dalle raidie par des entretoises métalliques et épaissie en bordure, pour les travées d'approche, de deux poutres-caissons métalliques hautes de 2 m et larges de 1,5 m, supportant une dalle forte de 250 à 450 mm.

Dans la région des approches, les pylônes et les piles ont la forme d'un fût unique couronné d'un élargissement en V recevant le tablier. La hauteur des pylônes sur tablier atteint 40 m; en tête, leurs branches sont reliées par un caisson métallique assurant l'ancrage des haubans. Le haubanage en forme d'éventail présente des points d'ancrage au tablier espacés de 6 m.

#### Conception et disposition de la superstructure

Grâce aux portées adoptées, la position des pylônes et des piles s'adapte bien à la topographie et n'entre pas en conflit avec les installations de la station d'épuration. Avec une travée centrale de 168 m, le choix d'un ouvrage haubané paraît judicieux. On remarquera toutefois que la disposition des sections, différente dans la zone haubanée de celle des approches - tant par les matériaux utilisés, la largeur du tablier, sa hauteur que par le comportement statique - et la transition ne sont guère satisfaisantes du point de vue de la construction.

Une évacuation correcte des eaux pluviales est garantie.

#### Fondations

Le pylône N° 3 est fondé sur pieux encastrés dans la molasse gréseuse. Les huit autres piles et les culées reposent sur des semelles, dont trois s'appuient sur le rocher et les autres sur les sols. L'implantation des fondations est géologiquement correcte. La fondation sur pieux de grand diamètre du pylône N° 3 pourrait éventuellement être remplacée par une semelle pro-

fonde ou par un puits, à réaliser à l'abri d'une enceinte aussi étanche que possible.

Le dimensionnement des fondations a fait l'objet d'une attention particulière. L'informatisation poussée des calculs n'en laisse cependant pas transparaître le détail.

#### Méthode de construction

Le bétonnage par encorbellement de l'ouvrage haubané a fait ses preuves, et le lancement de l'ossature métallique dans la région des approches est économique. On pourrait renoncer à précontraindre la dalle avant sa liaison aux poutres, ce procédé ne présentant pas que des avantages.

#### Esthétique et intégration dans le site urbain

Le rythme entre les portées centrales, intermédiaires et de rives est bon. La proportion d'environ 1 à 2 entre la superstructure haubanée et l'infrastructure des pylônes est agréable dans le paysage. La différenciation des hauteurs de tablier entre les parties supportées et les parties suspendues aide à la compréhension des efforts. Le projet souligne le passage d'une façon élégante et offre à l'utilisateur, notamment au piéton, une découverte intéressante dans l'axe du parcours. Il s'agit là d'une construction originale qui s'intègre bien dans la ville et enrichit le site. Il se rattache dans un esprit nouveau à la tradition des beaux ponts suspendus que connaissait la ville de Fribourg autrefois.

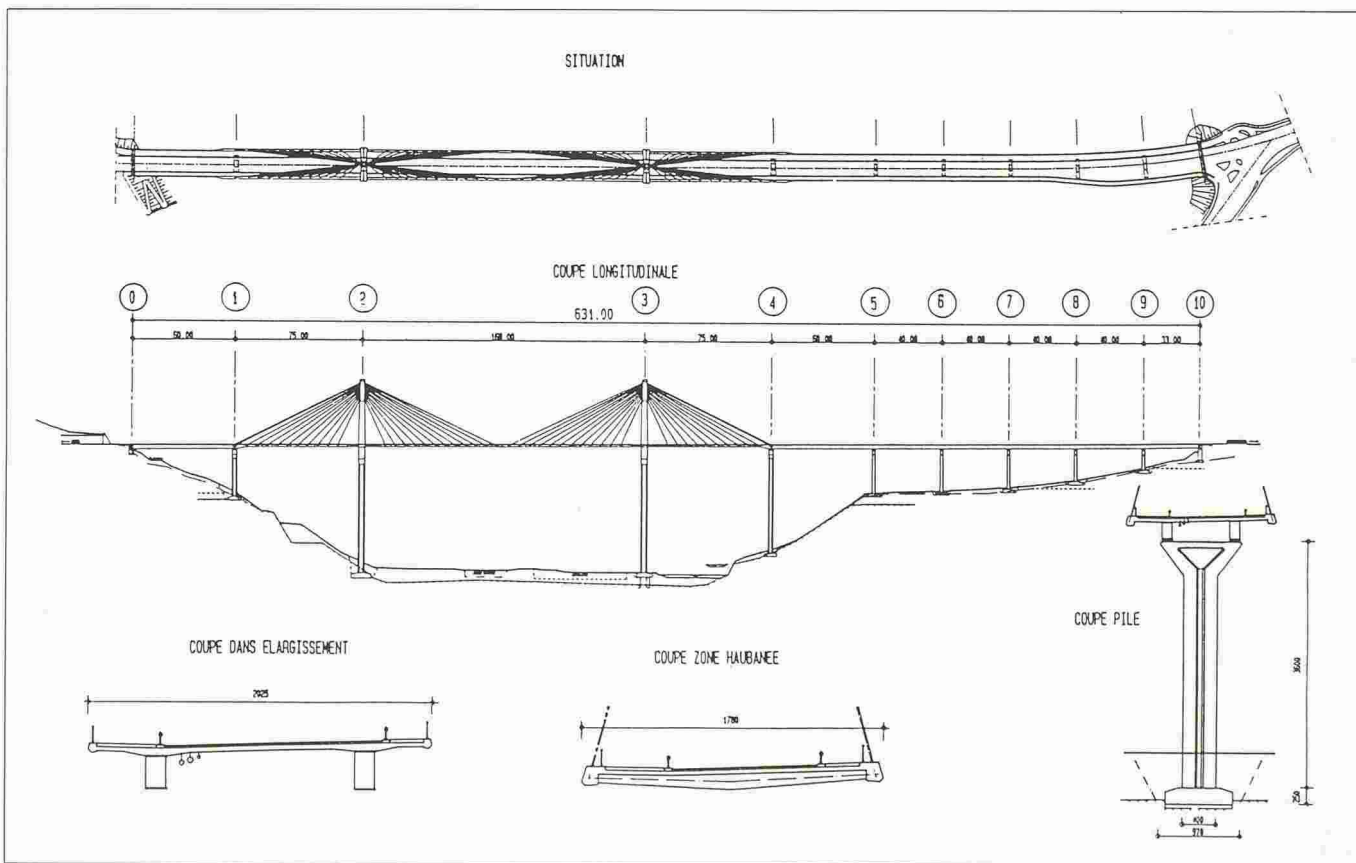
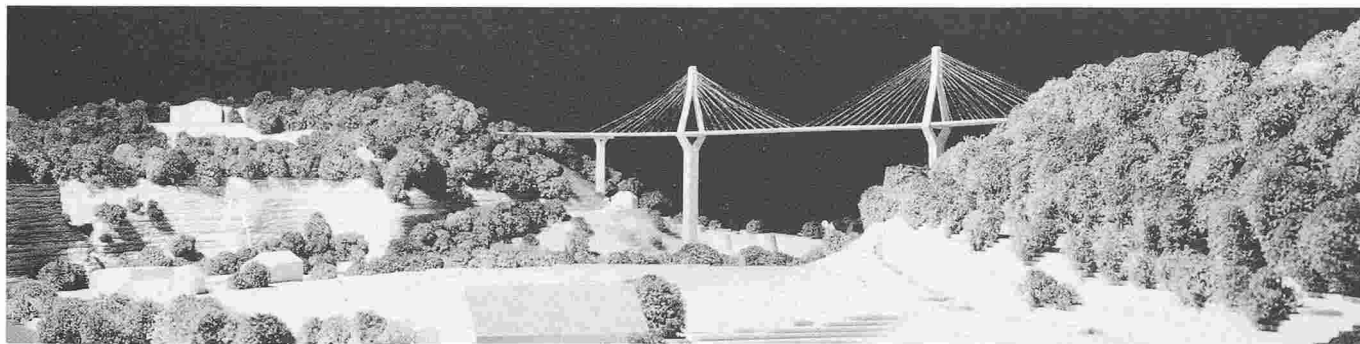
#### Circulation

La solution consistant à placer une piste cyclable bidirectionnelle à l'aval et un trottoir unique à l'amont est heureuse; elle permet des raccordements à faible pente sur la rive gauche et de bonnes solutions sont proposées pour l'intégration des trafics deux-roues et piétons au carrefour de Bellevue. Cette répartition permet également de dimensionner généreusement les voies de circulation (2 x 4,25 m pour le trafic motorisé et 3,5 m pour la piste cyclable à double sens).

La solution retenue pour le carrefour de Bellevue est intéressante; elle est simple, compacte et minimise les temps morts dans la régulation par feux. Les transports publics sont favorisés non seulement à la descente de la route de Berne mais également à la montée par l'aménagement d'une voie de bus permettant de leur accorder la priorité par un système d'annonce. Il en résulte toutefois de plus grandes emprises sur les fonds voisins.

L'étude sur la circulation est de bonne qualité, l'argumentation développée étant étayée.





1<sup>er</sup> prix.

### Coûts

Selon les avant-métrés établis par l'auteur du projet, corrigés et estimés par les experts, le coût se situe dans la moyenne de l'ensemble des projets.

### Appréciation générale

Le projet est convaincant tant pour le système porteur et la répartition des travées que pour les conditions de circulation. Son intégration dans le site

est excellente. La disposition des sections, qui est hétérogène et n'est pas entièrement satisfaisante, requiert toutefois un remaniement approfondi du projet.

### 2<sup>e</sup> prix

#### Description du projet

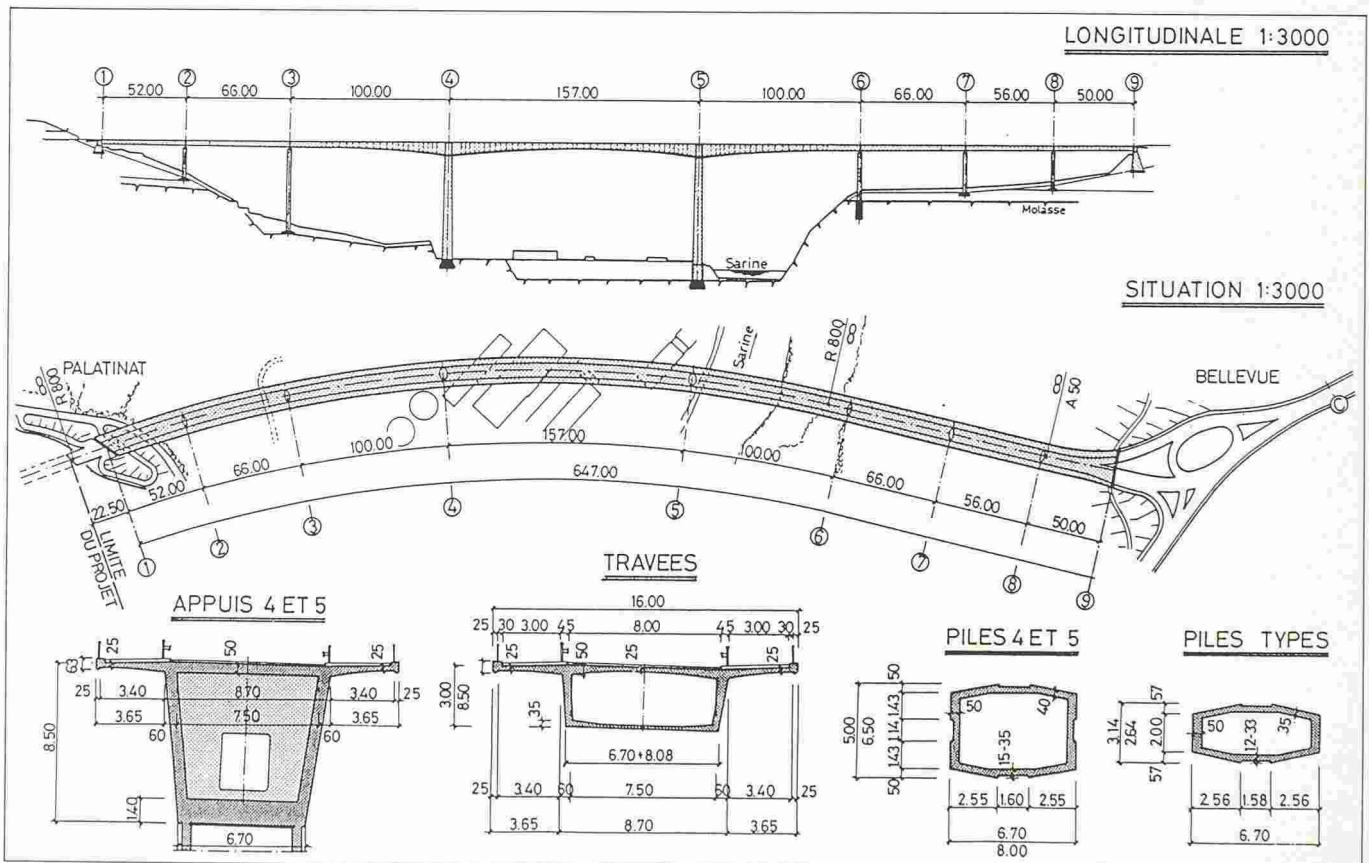
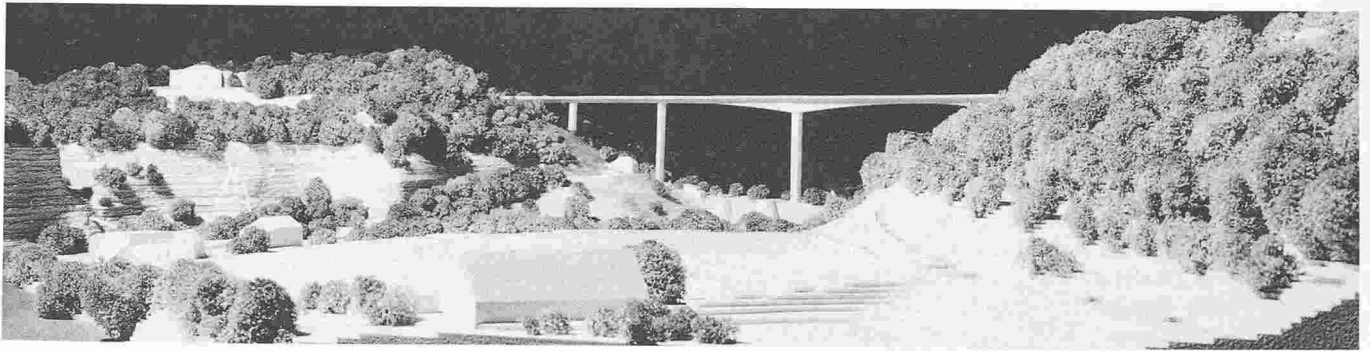
L'ouvrage proposé est un pont-poutre en béton précontraint, qui se construirait en encorbellement. Par rapport au

dossier de base, le tracé est déplacé vers l'aval.

La longueur totale de la structure atteint 647 m<sup>l</sup> avec 8 travées de 52, 66, 100, 157, 100, 66, 56 et 50 m de portée.

La section, large de 16 m, est constituée d'un caisson dont la hauteur varie de 8,5 m au droit des piles principales à 3,0-3,5 m en travée et au droit des autres appuis. Les parois du caisson sont inclinées avec, au droit des piles





2<sup>e</sup> prix.

principales, une largeur atteignant 6,7 m en bas et 8,7 m sous la chaussée. La dalle de couverture possède dès lors des consoles de 3,65 m. La pile la plus haute atteint 67 m; sa section est en forme de caisson hexagonal avec quatre larges rainures. Elle présente un fruit dans les deux directions, avec des sections passant de 8,0 m × 6,5 m à la base à 6,7 m × 5,0 m en tête. Les autres piles sont semblables, avec une

section constante de 6,7 m × 2,64 m. Les matériaux prévus correspondent aux conditions usuelles de qualité.

*Conception et disposition de la superstructure*

Le système porteur choisi a déjà été appliqué avec succès dans des conditions analogues. Le déplacement de l'axe de la chaussée permet d'éviter la zone réservée à l'agrandissement de la

station d'épuration sans dépasser une portée maximale de 157 m. La position des piles est bien choisie et conduit à une répartition judicieuse des portées, du point de vue tant statique qu'esthétique. La forme de la section et ses dimensions permettent de disposer correctement les armatures et la précontrainte, garantissant ainsi la sécurité et l'aptitude au service requis. Conformément à la méthode de cons-



truction adoptée, les deux piles principales sont encastrées dans le tablier. A l'exception de la pile élancée N° 3, les autres piles reçoivent des appareils d'appui mobiles dans le sens longitudinal; on a dès lors une structure à appuis flottants, avec un point fixe pour les effets de température, situé au milieu de la travée centrale. Dans le sens transversal, les appuis sont fixes: toutes les piles participent ainsi à la reprise du vent latéral.

Les calculs statiques sont corrects et prouvent que la sécurité prescrite est atteinte.

Le caisson et les éléments principaux sont accessibles, ce qui permet un entretien aisé. Une évacuation correcte des eaux pluviales est garantie.

#### Fondations

Sur les sept piles de l'ouvrage, quatre sont fondées sur semelles. Trois de ces fondations s'appuient sur les sols et une sur le rocher. Les autres piles sont fondées sur des puits encastrés en molasse gréseuse. L'implantation du puits N° 4 (rive gauche) tient compte d'une extension de la station d'épuration. Les culées sont fondées sur semelles reposant sur les sols. L'étude des fondations, dont l'implantation est géologiquement correcte, a été conduite de manière complète et approfondie.

#### Méthode de construction

L'exécution peut se faire selon des procédés qui ont fait leurs preuves. Pour les piles, il s'agit de coffrages glissants. Quant au tablier, on bétonnera d'abord une étape de base sur échafaudage au droit des piles principales, puis on continuera par encorbellements symétriques sur équipages mobiles. La sécurité des piles et du tablier en cours d'exécution a été contrôlée. Les autres travées sont exécutées sur échafaudage conventionnel.

Ce procédé d'exécution requiert des études et un contrôle poussés, sans toutefois conduire à des difficultés spéciales.

#### Esthétique et intégration dans le site urbain

Le rythme des travées marque un crescendo harmonieux à partir du centre. La modulation verticale des piles ne correspond pas à la simplicité des poutres à caisson. Bien que l'impact de la silhouette dans la nature soit modeste, on ressent l'effet d'un ouvrage pour grandes vitesses, étranger à la ville et inhospitalier aux piétons. Le choix du tracé en courbe vers l'aval provoque une rencontre brutale au carrefour de Bellevue.

#### Circulation

Le choix de deux trottoirs et de deux bandes cyclables restreint l'espace dis-

ponible pour les deux-roues et conduit, au raccordement sur la rive gauche, à une pente de 12% excessive pour les cyclistes à la montée. Le système mixte piétons/deux-roues, déjà insécurisant sur le pont, est dangereux sur une rampe de 12%. La solution «giratoire» pour le carrefour de Bellevue permet de réduire les emprises de terrain et les surlargeurs sur le pont.

#### Coûts

Selon les avant-métrés établis par l'auteur du projet, corrigés et estimés par les experts, le coût est inférieur à la moyenne de l'ensemble des projets.

#### Appréciation générale

La solution proposée est classique et sa réalisation ne devrait pas poser de problèmes. Le projet est étudié dans les détails et devrait garantir une bonne durabilité sous réserve de quelques adaptations.

### 3<sup>e</sup> prix

#### Description du projet

Le système porteur comprend avant tout un ouvrage haubané en béton armé, avec des travées d'approche côté Schönberg. La géométrie en plan et le profil en long sont maintenus par rapport au dossier de base.

Les matériaux prévus correspondent aux conditions usuelles de qualité. Le haubanage est constitué de câbles de précontrainte VSL.

Pour la structure principale, la portée centrale atteint 260 m, avec de chaque côté deux travées également haubanées. Dans la région des approches, longue de 150 m, les portées atteignent 30 à 34 m. Sur toute la longueur de l'ouvrage, la section est constituée d'une dalle forte de 280 mm avec des sommiers latéraux hauts de 1,4 m.

Sur les deux rives, les pylônes sont situés au bas des flancs de la vallée. Au-dessus du socle inférieur commun, les branches des pylônes s'ouvrent jusqu'à la hauteur du tablier, puis se referment en tête, à 65 m au-dessus de la chaussée. Le haubanage est pratiquement en forme de harpe. Au droit des pylônes, les haubans sont ancrés dans la section en caisson. Le long du tablier, les ancrages sont espacés de 7,2 m.

#### Conception et disposition de la superstructure

Du point de vue technique, la conception proposée est convaincante. En soi, il paraît désirable de franchir la vallée en une seule travée de 260 m. Cette solution requiert toutefois des pylônes extrêmement hauts et une surface de haubanage gigantesque, sans rapport avec le paysage mesuré de la vallée. La culée Schönberg comporte un ensemble hétéroclite de rampes, passerelles, tours d'escaliers et fosses. La répartition sur deux plans séparés de la

circulation des véhicules à moteur d'une part, de celle des piétons et des deux-roues d'autre part, conduit à des frais disproportionnés.

Les dispositions choisies sont en général très judicieuses. Cette remarque s'applique en particulier à la forme des sections, constante sur toute la longueur de l'ouvrage.

#### Fondations

Les sept palées de l'ouvrage sont fondées sur semelles s'appuyant sur les sols. Les semelles des deux pylônes reposent sur le rocher. Elles forment un escalier que la nature du rocher pourrait contraindre à modifier. La culée Poya repose sur des semelles. La culée Schönberg, qui est compliquée, s'appuie sur un grand nombre de pieux. Les sols servent d'assise dans les deux cas. L'implantation des fondations est géologiquement correcte.

#### Méthode de construction

Les procédés proposés, soit un bétonnage par encorbellement dans la zone haubanée et un échafaudage conventionnel pour les approches, sont bien choisis et n'appellent pas de remarques particulières.

#### Esthétique et intégration dans le site urbain

La proportion entre les parties de structure en dessus et en dessous du tablier est d'environ de 1 à 1. Cela donne à l'ouvrage un effet de lourdeur malgré sa transparence et une emprise excessive sur le paysage.

#### Circulation

Le choix de deux trottoirs et d'une piste cyclable à double sens de trafic, de dimension minimale, laisse un gabarit suffisant au trafic motorisé. Le choix de la voie cyclable à l'amont, impossible à raccorder au chemin du Palatinat avec des pentes acceptables, conduit à la création coûteuse et à très fort impact d'un raccordement nouveau vers la rue de Morat.

La solution retenue pour l'aménagement du carrefour de Bellevue offre une grande capacité. Le carrefour est simple et compact, l'axe principal est privilégié et les transports publics pourront bénéficier d'importantes priorités en raison de la bonne réserve de capacité que permet le dénivelé pour piétons et deux-roues.

#### Coûts

Selon les avant-métrés établis par l'auteur du projet, corrigés et estimés par les experts, le coût se situe dans la moyenne de l'ensemble des projets.

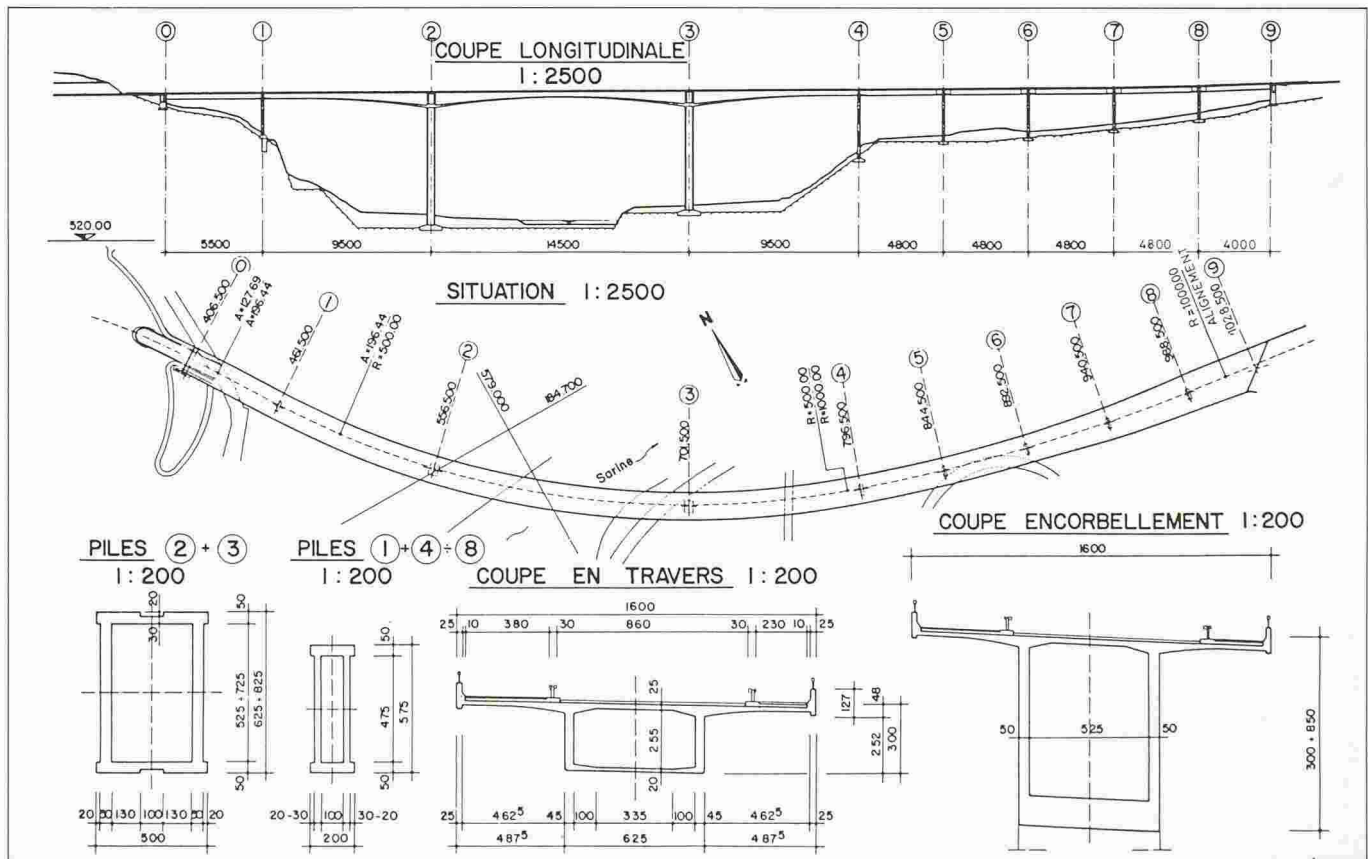
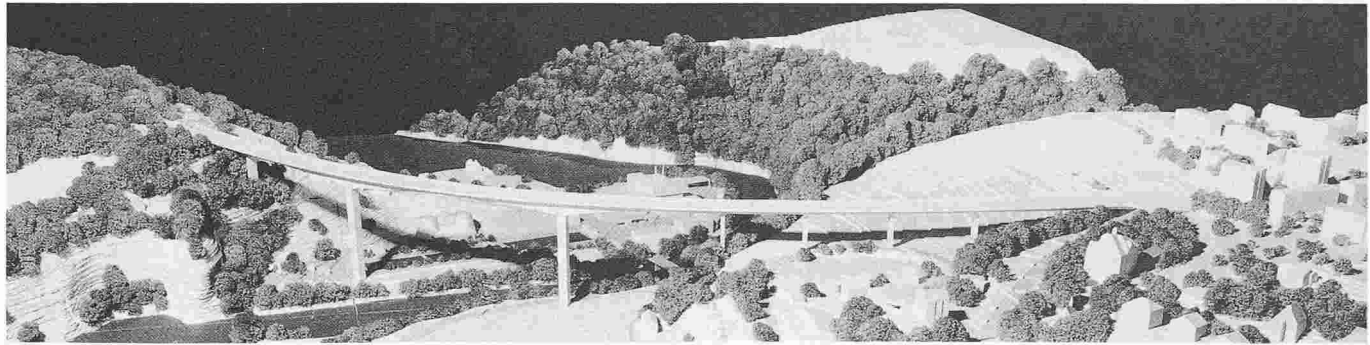
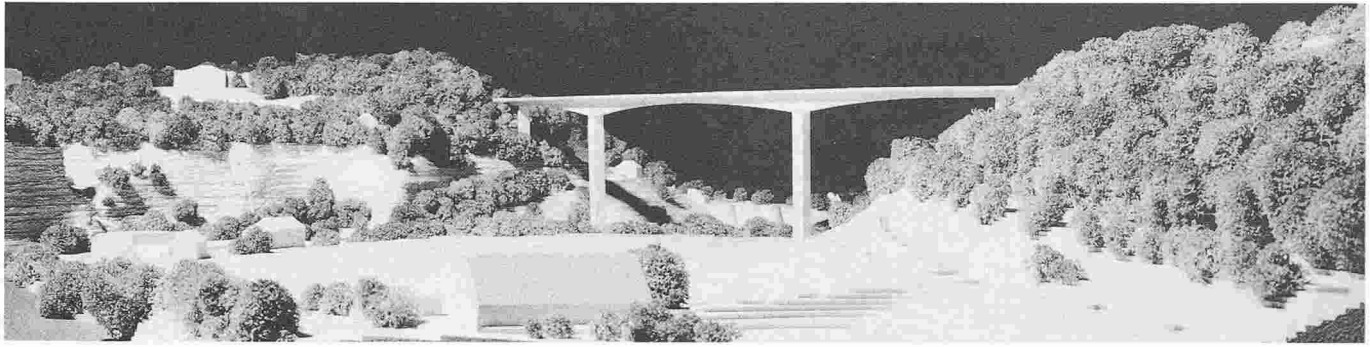
#### Appréciation générale

L'ouvrage proposé convainc sous l'aspect technique et présente des dispositions bien étudiées, mais par ses pylô-









4<sup>e</sup> prix.

*Conception et disposition de la superstructure*

Le système porteur choisi a déjà été appliqué avec succès dans des conditions analogues. Le déplacement de l'axe de la chaussée permet d'éviter la zone réservée à l'agrandissement de la station d'épuration sans dépasser une portée maximale de 145 m. Le profil en long adopté conduit toutefois à une

tranchée couverte plus longue et plus profonde. Les piles sont en partie implantées très près du bord de la route du Stadtberg. La section du tablier est dimensionnée correctement. Les encorbellements de la dalle de chaussée sont importants. On a tenu compte des bordures type New Jersey pour la distribution des charges. Avec les armatures indiquées,

ces éléments sont toutefois en danger de fissuration. Conformément à la méthode de construction adoptée, les deux piles principales sont encastées dans le tablier. Les autres piles reçoivent des appareils d'appui mobiles dans le sens longitudinal; on a dès lors une structure à appuis flottants, avec un point fixe pour les effets de température situé au



milieu de la travée centrale. La pile N° 4 est cependant très élancée et devrait être tenue en tête.

Les calculs statiques, fondés sur les nouvelles normes, sont très détaillés. Les consoles assez longues de la dalle de chaussée sont dimensionnées correctement du point de vue statique, avec cependant des inconvénients en ce qui concerne l'évacuation des eaux pluviales. Le caisson et les éléments principaux sont accessibles.

#### Fondations

Sur les huit piles du pont, sept, ainsi que les culées, reposent sur des semelles. Trois des fondations de piles s'appuient sur le rocher et les autres sur les sols. La pile N° 1, qui traverse en partie des sols en glissement lent, est fondée sur deux puits de grand diamètre encastrés dans la molasse gréseuse et excentrés dans le sens longitudinal par rapport à l'axe de la pile.

#### Méthode de construction

L'exécution peut se faire selon des procédés ayant fait leurs preuves. Pour les piles, il s'agit de coffrages glissants. Quant au tablier, on bétonnera d'abord une étape de base sur échafaudage au droit des piles principales, puis on continuera par encorbellements symétriques sur équipages mobiles. La sécurité des piles et du tablier en cours d'exécution a été contrôlée. Les autres travées sont exécutées sur échafaudage conventionnel.

Ce procédé d'exécution requiert des études et un contrôle poussés, sans toutefois conduire à des difficultés spéciales.

#### Esthétique et intégration dans le site urbain

La travée centrale réagit agréablement à l'axe de la rivière tandis que les petites travées de l'extrémité de la rive droite ne participent pas au rythme établi.

Bien que l'impact de la silhouette dans la nature soit modeste, on ressent l'effet d'un ouvrage pour grandes vitesses, étranger à la ville et inhospitalier aux piétons.

#### Circulation

Le choix d'un seul trottoir à l'amont et de deux pistes cyclables unidirectionnelles permet de bons raccordements aux deux extrémités du pont et un gabarit confortable des différentes voies. Le trafic mixte piétons/deux-roues est insécurisant pour les piétons malgré la largeur de 3,8 m. La pente de 12% du raccordement amont est excessive pour les cyclistes à la montée; elle est acceptable dans la mesure où les piétons ont un escalier à disposition. Le choix de la répartition des voies est satisfaisant.

#### Coûts

Selon les avant-métrés établis par l'auteur du projet, corrigés et estimés par les experts, le coût se situe dans la moyenne de l'ensemble des projets, sans tenir compte de l'abaissement de la tranchée couverte.

#### Appréciation générale

La solution proposée est classique, elle correspond à une technique bien mise au point et sa réalisation ne devrait pas poser de problèmes. Le projet est correct en ce qui concerne les calculs; il demande cependant des améliorations pour les dispositions et les détails de construction.

Du point de vue esthétique, la solution n'est pas satisfaisante car le problème de l'intégration au site urbain a été négligé.

#### 5<sup>e</sup> prix

##### Description du projet

La vallée de la Sarine et les installations de la station d'épuration sont franchies en une seule portée de 260 m par un arc encastré aux retombées, avec une flèche de 59 m et donc un surbaissement valant 0,23. Le tablier est supporté par des piliers distants de 26 m sur l'arc et par les piles des travées d'approche de portée allant jusqu'à 44 m. La section tant de l'arc que de la poutre de chaussée est en caisson, avec une hauteur de 4 m, une largeur très limitée de 5 m (sans tenir compte des saillies pour l'arc) et des épaisseurs de paroi adaptées aux sollicitations. Les porte-à-faux de la dalle de chaussée, bordures comprises, atteignent 5,5 m, avec une épaisseur maximale de 0,5 m à la jonction au caisson et une valeur moyenne de 0,33 m. Les piliers, à l'exclusion de ceux encadrant directement la clef, et les piles sont également en caisson. La géométrie en plan et le profil en long sont maintenus par rapport au dossier de base.

Une des particularités du projet est l'utilisation d'un béton à très haute résistance B 60/50 avec une résistance minimale à la compression sur cubes de 50 N/mm<sup>2</sup>, alors que l'on se limite généralement à 35 N/mm<sup>2</sup> pour éviter des surprises lors de l'exécution. Les auteurs du projet veulent ainsi ramener à un minimum les dimensions des sections, réduction dont les avantages ont été surestimés.

##### Conception et disposition de la superstructure

Par suite de la collaboration de la dalle de couverture, la rigidité du tablier dépasse largement celle de l'arc, de sorte que le comportement statique de la structure se situe entre celui d'un arc proprement dit et celui d'un arc raidi. Les surcharges disposées en position

défavorable engendrent dès lors des moments de flexion importants dans le tablier, qui requièrent une précontrainte longitudinale élevée. Dans l'arc, par contre, des moments même accrus seraient compensés «gratuitement» par les efforts normaux. L'arc et le tablier sont de plus solidaires dans la région de la clef. Par suite de l'effet Vierendeel dû à la jonction rigide des piliers tant à l'arc qu'au tablier, ces éléments reprennent en bonne partie les moments de flexion engendrés par l'excentricité au droit de la jonction: on est donc bien loin de l'arc idéal dans lequel la ligne des pressions dues au poids propre et aux charges permanentes suit pratiquement la fibre moyenne.

Dans le sens transversal, l'élancement géométrique de l'arc est très élevé, avec un rapport portée/largeur dépassant 50. Cet élément principal doit donc être soutenu latéralement par le tablier, qui reprend à lui seul les sollicitations du vent et celles dues aux efforts de stabilisation engendrés par le danger de flambage latéral, efforts qui devraient faire l'objet d'une étude détaillée.

#### Fondations

Les sept piles du pont et les culées sont fondées sur semelles. Cinq fondations de piles, ainsi que celles des culées, s'appuient sur les sols et deux autres sur le rocher. Les fondations de l'arc sont encastrées dans le rocher. Deux semelles d'appui des piles sont conçues en escalier, qui ne se justifie pas.

#### Méthode de construction

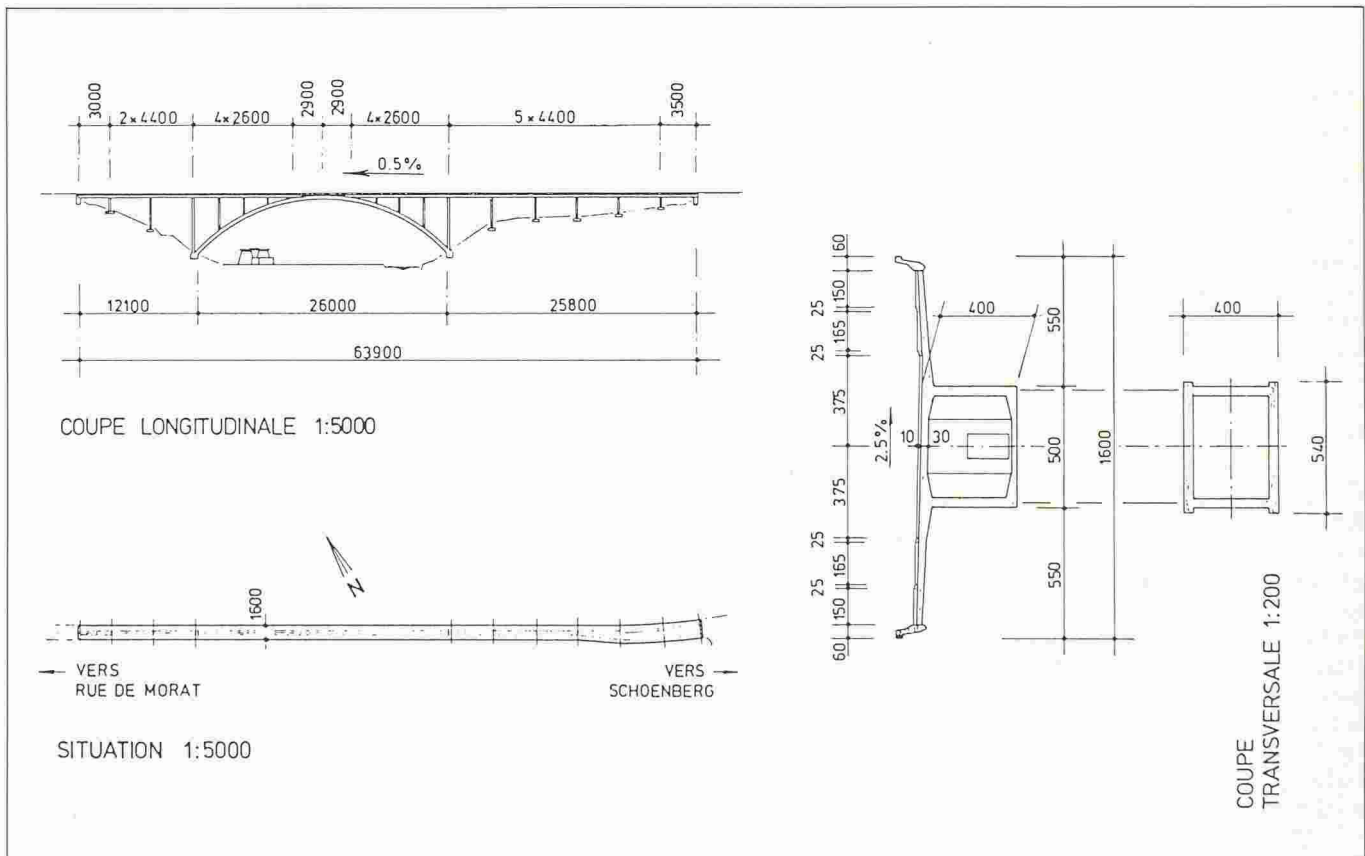
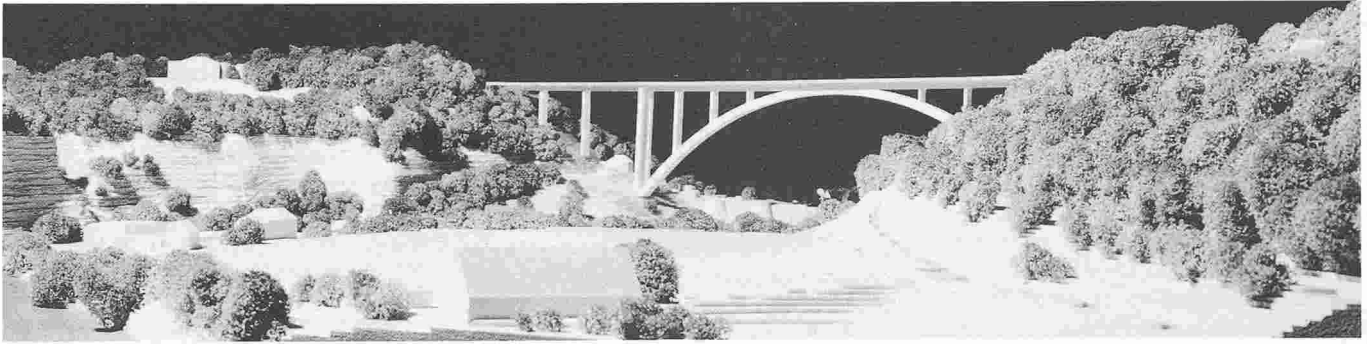
Pour un ouvrage de cette portée, la méthode de construction adoptée joue un rôle prépondérant. La largeur très faible de l'arc en caisson ne permet pas un bétonnage par encorbellement étayé de cet élément isolé, comme cela se pratique souvent dans ce domaine de portées: on doit construire le tablier et les piliers en même temps que l'arc. Il en résulte d'une part des haubans provisoires et des ancrages en rocher correspondants beaucoup plus importants et donc coûteux puisqu'en partie irrécupérables. D'autre part, en cours de construction, le système statique assez sensible forme une sorte de treillis à membrures en caisson très rigides et à diagonales en câbles très souples.

#### Esthétique et intégration dans le site urbain

Le grand arc rappelle les aqueducs antiques qui remplissent et modulent le paysage. Malheureusement, les piles latérales ne reprennent pas le rythme des piliers centraux.

Le grand geste de l'arc ne correspond pas au caractère hybride du site avec sa station d'épuration et le cours d'eau décentré.





5<sup>e</sup> prix.

#### Circulation

Le choix de deux trottoirs et de deux pistes cyclables restreint l'espace disponible et conduit, au raccordement sur la rive gauche, à une pente de 12% excessive pour les cyclistes à la montée. Le système mixte piétons/deux-roues adopté pour les raccordements côté Palatinat est dangereux sur une rampe de 12%. Dans le cas particulier, l'entrée des deux-roues venant de

Grandfey se fera à vive allure et en occupant toute la largeur de la voie, les cyclomoteurs dépasseront les cyclistes plus lents, ces derniers ayant en plus des difficultés à rouler droit. Le choix de la répartition des voies n'est ainsi pas judicieux.

#### Coûts

Selon les avant-métrés établis par l'auteur du projet, corrigés et estimés par

les experts, le coût se situe très en dessus de la moyenne de l'ensemble des projets.

#### Appréciation générale

Une solution en arc de grande portée pourrait en soi paraître intéressante. La disposition générale adoptée pour l'ouvrage et les procédés d'exécution envisagés ne sont toutefois pas convaincants.