

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 90 (1964)
Heft: 18

Wettbewerbe

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.07.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)
de la Section genevoise de la SIA
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole poly-
technique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: E. Martin, arch. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Groscurin, arch.; J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: D. Bonnard, ing.

Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.

Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,
architecte

Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »

Tirés à part, renseignements

Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse Fr. 34.—	Etranger Fr. 38.—
Sociétaires	» » 28.—	» » 1.80
Prix du numéro	» » 1.60	

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,
N° 10 - 5776, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie
La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

ANNONCES

Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 330.—
1/2 »	» 180.—
1/4 »	» 93.—
1/8 »	» 47.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. 1000 Lausanne et succursales

**SOMMAIRE**

Les concours de projets de ponts des routes nationales, par M. Ed. Rey, adjoint au Service fédéral des routes et des digues, Berne.

Actualité industrielle (30)

Bibliographie — Formation professionnelle. — Les congrès. — Documentation générale. — Documentation du bâtiment. Nouveautés, informations diverses.

LES CONCOURS DE PROJETS DE PONTS DES ROUTES NATIONALES

par M. Ed. REY, adjoint au service fédéral des routes et des digues, Berne¹

A. Les ponts des routes nationales

L'aménagement du réseau des routes nationales nécessite l'exécution d'une série d'ouvrages, dont le coût constitue une part substantielle de la dépense totale à investir. Il est, par conséquent, intéressant — avant d'examiner les résultats des concours proprement dits — d'estimer l'ordre de grandeur du nombre des nouveaux ponts à construire pour pouvoir se faire une idée de l'ampleur de la tâche à accomplir. Il est possible d'évaluer le nombre de ces ouvrages par comparaison à celui des ponts qui ont dû être construits sur les premières sections des routes nationales en cours d'exécution. Sur les routes nationales N 1 et N 9, section Genève (frontière cantonale)-Vennes, on compte, par exemple :

— 78 ouvrages au croisement avec des cours d'eau ou des artères principales.

— 40 ouvrages au croisement avec des voies secondaires ou des chemins agricoles, soit 118 ponts, passages supérieurs ou inférieurs échelonnés sur un parcours de 54,7 km. La distance moyenne entre les ouvrages est de 450 m environ.

Sur l'autoroute du Grauholz, entre Berne (Eyfeld) et Kirchberg, on compte :

— 3 ouvrages au croisement avec des cours d'eau ou des artères principales.

— 26 ouvrages au croisement avec des voies secondaires ou des chemins agricoles, soit 29 ponts au total, échelonnés sur un parcours de 17,2 km. La distance moyenne entre deux ouvrages mesure donc dans ce cas 590 m environ.

¹ Exposé présenté le 9 novembre 1963 à Zurich, lors des journées d'études du Groupe des Ponts et Charpentes de la Société suisse des ingénieurs et des architectes.

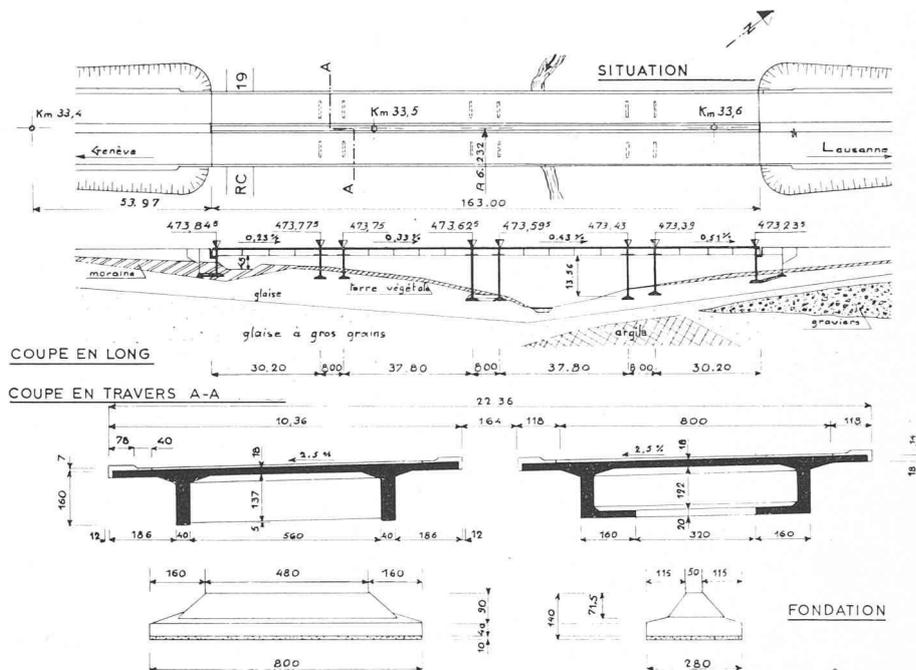


Fig. 1. — Pont sur l'Asse.

Relevons que les conditions topographiques des régions traversées par ces deux artères sont relativement favorables.

Le réseau des routes nationales, fixé par l'arrêté de l'Assemblée fédérale du 21 juin 1960, comprend :

- 720 km de routes de première classe
- 650 km de routes de deuxième classe
- 440 km de routes de troisième classe
- 50 km de routes express

soit au total environ 1830 km de nouvelles voies de communication. Ce réseau nécessitera la construction de plus de 4000 ponts et autres ouvrages de moindre importance, dont la surface totale est équivalente à celle d'une autoroute de 200 km de longueur environ. Le coût de l'ensemble de ces ouvrages, de l'ordre de 3 milliards, atteint, selon les dernières estimations, le quart de la dépense totale à prévoir pour la construction des routes nationales.

Les organes responsables se doivent de tout mettre en œuvre pour construire la plus grande longueur possible de voies de communication avec les moyens financiers à disposition. Il incombe, par conséquent, au constructeur d'étudier les projets de routes et de ponts en recherchant les dispositions constructives les plus économiques, compatibles avec une bonne qualité des ouvrages. Pour les grands ponts, ce résultat peut être atteint, en les faisant étudier par voie de concours ou d'études comparatives.

B. Organisation des études et résultats des concours

L'organisation en matière de projets de ponts doit être adaptée à la nature de l'ouvrage et aux conditions locales particulières. Elle comprend, en principe, quatre formes principales, à savoir :

- le concours de projets, qui vise à résoudre des problèmes nettement définis et délimités ;
- les mandats d'études de projets accordés simultanément à plusieurs bureaux ;
- le concours d'idées est indiqué lorsqu'il s'agit de l'étude de problèmes d'ensemble ;
- le concours-soumission, qui comprend, en plus du projet, une offre de prix engageant le concurrent.

Dans le cadre des ouvrages des routes nationales, les conditions d'organisation des études et concours sont réglées par des directives générales du Département fédéral de l'intérieur.

Relevons enfin qu'en raison de la nature des ouvrages à étudier, les concours ont été limités, en principe, aux concours par appel. Cette forme d'organisation permet de choisir les bureaux les plus aptes à résoudre le problème posé et de réduire, dans une mesure acceptable, le travail des experts chargés de se prononcer sur la valeur des projets présentés.

Jusqu'à ce jour, 17 grands ouvrages du réseau des routes nationales ont fait l'objet de 8 concours et de 6 mandats d'études parallèles, pour lesquels, au total, 89 projets ont été présentés, à savoir :

- 60 projets d'ouvrages en béton armé ;
- 14 projets d'ouvrages préfabriqués en béton ;
- 14 projets d'ouvrages en construction mixte, béton-acier ;
- 1 projet d'ouvrage en acier.

Parmi les 17 projets retenus pour l'exécution, on compte :

- 11 projets d'ouvrages en béton armé ;
- 4 projets d'ouvrages préfabriqués en béton armé ;
- 2 projets d'ouvrages en construction mixte

Nous donnons ci-après les principales caractéristiques de ces ouvrages.

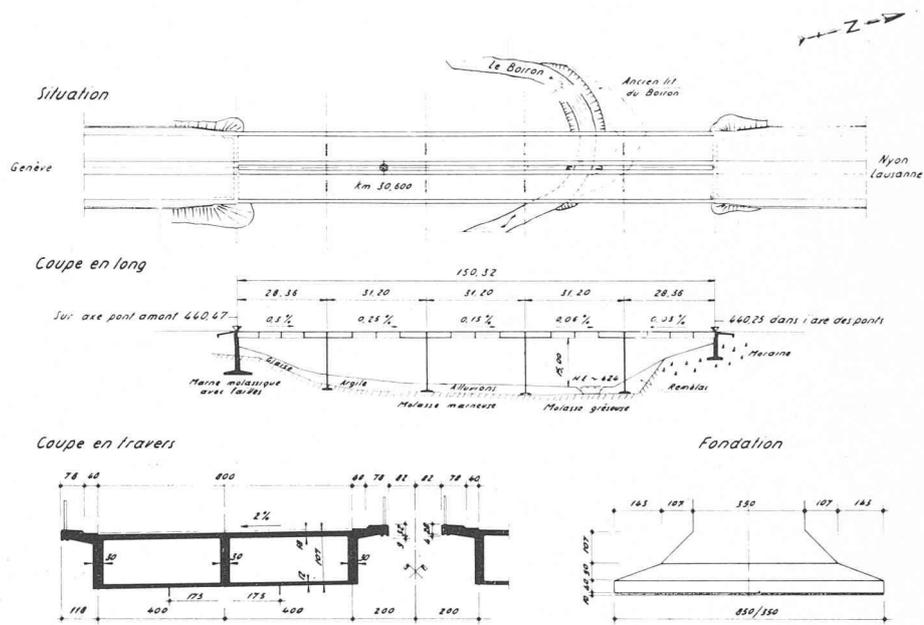


Fig. 3. — Pont sur le Boiron.

1. Route nationale N 1, section Genève-Lausanne

Pont sur l'Asse

Au nord de Nyon, l'autoroute croise la route cantonale n° 19, Nyon - Saint-Cergue et le vallon de l'Asse, qui mesure 160 m de largeur et est profond d'une quinzaine de mètres environ. Le vallon à franchir s'est creusé dans la moraine de fond. Une tranche de moraine remaniée de 4 à 5 m d'épaisseur coiffe les bords de la dépression. Ces terrains n'ont pas posé de problèmes de fondation particuliers. Quatre bureaux d'ingénieurs ont été invités à participer au concours. Trois d'entre eux ont présenté des projets d'ouvrage en béton précontraint et un auteur a étudié un projet de pont en construction mixte béton-acier.

Les quatre projets sont des ponts à poutres, jumelés. Le projet retenu pour l'exécution a été étudié par le Bureau d'ingénieurs R. Suter, à Lausanne (fig. 1). Il s'agit d'un cadre continu à quatre travées avec appuis jumelés. Les palées sont fondées sur des semelles posées sur la moraine. Le profil normal est constitué par une chaussée de 8,00 m et deux dégagements latéraux encadrés de bordures. La largeur totale du tablier mesure 10,36 m.

L'axe de la chaussée décrit, en plan, une courbe de 6200 m de rayon ; dans le plan vertical, il suit une courbe de raccordement convexe de 45 000 m de rayon. La longueur de l'ouvrage, de 163,0 m, mesurée entre les joints de dilatation, est divisée en quatre travées principales de 30,20 m à 37,80 m, l'espacement des piles jumelées étant fixé à 8,0 m. Chaque tablier est supporté par deux poutres continues reliées par des entretoises espacées de 8,50 m. La hauteur des poutres maîtresses est de 1,60 m. Leur épaisseur de 40 cm a permis une mise en place correcte du béton. Les dimensions des autres éléments sont reportées dans la figure 1. Les poutres sont soumises à une précontrainte longitudinale, système BBRV variant entre 1340 t et 1820 t dans chaque pont. Les tabliers supportent les principaux efforts suivants :

- M max. en travée = 1300 tm
- M max. sur appuis = 2550 tm
- T max. = 360 t

La construction de l'ouvrage a nécessité la mise en œuvre de 2050 m³ de béton, de 9850 m² de coffrages, de 234 t d'acier et de 48 t de câbles de précontrainte.

L'isolation du tablier est composée d'une chape en asphalte coulé de 2 cm d'épaisseur, protégée par un revêtement en béton hydrocarboné posé à chaud, de 5 cm d'épaisseur totale. La dépense de construction atteint 1 300 000 fr. et correspond à un prix de 390 fr. environ par mètre carré (fig. 2). L'ouvrage, mis en chantier en février 1960, a été achevé en avril 1961, dans un délai de quinze mois.

Pont sur le Boiron de Nyon

Un autre ouvrage a été nécessaire pour franchir le vallon du Boiron de Nyon, qui mesure 150 m de largeur et une quinzaine de mètres de profondeur. Les sondages ont révélé l'existence de marnes molassiques et de molasses marneuses à faible profondeur recouvertes d'alluvions ou de terrains morainiques peu compressibles. Quatre bureaux d'ingénieurs invités à participer au concours ont présenté des projets de ponts jumelés dont un arc à trois articulations en béton, deux poutres continues en béton précontraint et une poutre continue en construction mixte béton-acier.

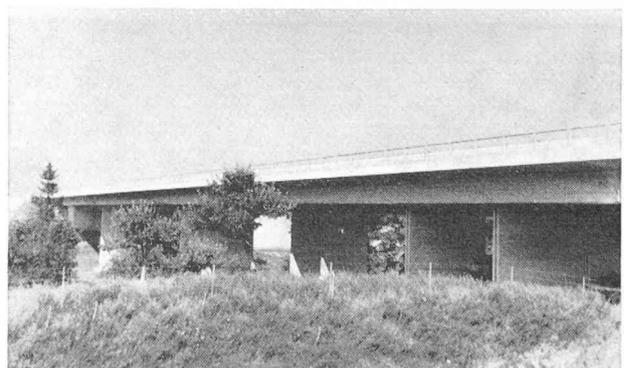


Fig. 2. — Pont sur l'Asse.

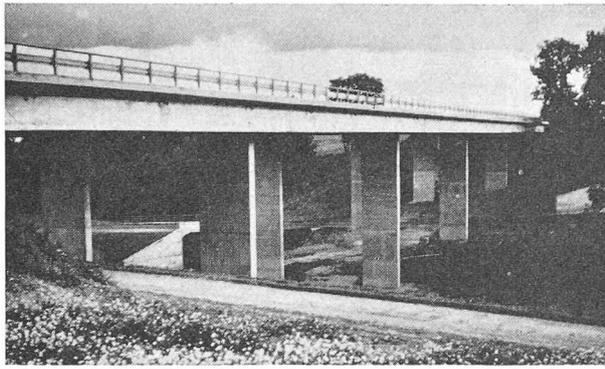


Fig. 4. — Pont sur le Boiron.

Le projet retenu pour l'exécution a été étudié par le Bureau d'ingénieurs de Cérenville, à Lausanne (fig. 3). Il s'agit d'un cadre continu à cinq travées en béton précontraint. Les piles intermédiaires sont posées sur des semelles fondées sur la molasse marneuse, à faible profondeur. Le profil normal de la route est analogue à celui du pont de l'Asse. L'axe de la chaussée suit, en plan, une courbe de raccordement à grand rayon, prolongée par un alignement ; dans le plan vertical, il décrit une courbe de raccordement concave de 20 000 m de rayon. La longueur de l'ouvrage mesure, entre les culées, 150,32 m. Elle est divisée en cinq travées de 28,36 m à 31,20 m de portée. Les tabliers sont supportés par trois poutres continues avec dalles de compression au droit des appuis et reliées par trois entretoises par travée. La hauteur des poutres maîtresses est de 1,07 m. Les dimensions des autres éléments sont reportées dans la figure 3. Les poutres supportent une précontrainte longitudinale, système BBRV, dont l'intensité varie entre 1870 t et 2100 t par pont. Chaque tablier supporte les principaux efforts suivants :

— M max. en travée	= 1380 tm
— M max. sur appuis	= 2640 tm
— T max.	= 384 t

La construction de l'ouvrage a nécessité la mise en œuvre de 2850 m³ de béton, de 10 200 m² de coffrage, de 314 t d'acier et de 42 t de câbles de précontrainte. L'isolation du tablier est analogue à celle de l'ouvrage précédent.

La dépense de construction se monte à 1 750 000 fr. et correspond à un prix de 560 fr. environ par m² (fig. 4).

L'ouvrage, mis en chantier en avril 1960, a été achevé en décembre 1961, soit en dix-huit mois.

Pont sur la Versoix

Sur le territoire du canton de Genève, le principal obstacle à franchir est le vallon de la Versoix, marqué par une dépression de 300 m de largeur et 24 m de profondeur environ. Le sous-sol est constitué par une moraine de fond recouverte de graviers et sables argileux. Cinq bureaux d'ingénieurs ont reçu un mandat pour l'étude d'un ouvrage en béton et un bureau a été invité à présenter un projet d'ouvrage en construction mixte. Tous les projets présentés sont des ponts jumelés parmi lesquels nous relevons quatre cadres continus avec palées droites ou inclinées, dont les portées moyennes varient entre 38,60 m et 68,50 m, une poutre continue et un projet d'ouvrage en éléments préfabriqués.

Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs P. Tremblat, à Genève (fig. 5). Il s'agit d'un cadre continu à moment d'inertie variable. Les piles intermédiaires sont posées sur des semelles fondées sur les graviers et les sables argileux du sous-sol. Le profil en travers

comprend une chaussée de 8,00 m, deux dégagements latéraux de 1,00 m encadrés de deux bordures de 0,40 m. La largeur des tabliers est de 10,80 m. L'axe de la chaussée décrit, en plan, une courbe de 5700 m de rayon ; dans le plan vertical il suit une courbe de raccordement concave de 65 000 m de rayon. La distance entre les joints de dilatation mesure 304,0 m. Cette longueur est divisée en quatre travées centrales de 57,50 m. et deux travées de rive de 37,0 m. Chaque tablier est supporté par deux poutres avec goussets et dalles de compression. Les deux appuis extrêmes sont mobiles, absorbant les déplacements dus à la température et au retrait. Les piliers sont évidés. Les poutres sont soumises à une précontrainte longitudinale, système BBRV, dont l'intensité varie entre 1520 t et 2140 t par pont. Chaque pont supporte les efforts principaux suivants :

— M max. en travée	= 1660 tm
— M max. sur appuis	= 5860 tm
— T max.	= 435 t

La construction des tabliers a nécessité la mise en œuvre de 2800 m³ de béton, de 14 100 m² de coffrages, de 300 t d'armatures et de 70 t de câbles de précontrainte. L'isolation du tablier, d'une épaisseur totale de 7 cm, est analogue à celle des ouvrages précédents.

La dépense de construction atteint 4 473 500 fr. et correspond à un prix de 670 fr. par m² (fig. 6). L'ouvrage, mis en chantier au printemps 1961, a été achevé en octobre 1963, dans un délai de deux ans et demi.

Pont sur la Venoge

Du côté de Lausanne, l'autoroute enjambe la Venoge et la R.C. 76 actuelle. Les zones réservées pour la construction du canal d'Entreroches et pour le nouveau tracé de la R.C. 76 corrigée doivent être libres de points d'appui. Le sous-sol est constitué par des terrains argileux de faible portance. Quatre bureaux d'ingénieurs ont été appelés à participer au concours et ont présenté deux projets d'ouvrages en béton armé et deux projets d'ouvrages en construction mixte béton-acier. Il s'agit de ponts jumelés de quatre ou cinq travées ; trois poutres continues et un cadre.

Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau Jacquet et Bernoux, à Montreux (fig. 7). Il s'agit d'un pont en construction mixte, béton-acier. Le profil en travers est sensiblement le même que celui des ouvrages décrits ci-dessus. La largeur des tabliers est de 10,94 m. L'axe de la chaussée, en plan, est en alignement, tandis que dans le plan vertical, il décrit une courbe de raccordement convexe de 35 000 m de rayon. L'ouvrage, qui mesure 236,20 m de longueur, est divisé en quatre travées de 52,0 à 60,4 m de portée. Chaque tablier est composé de deux poutres métalliques supportant une dalle de béton de 22 cm d'épaisseur et précontrainte sur les appuis. La hauteur du profil mixte varie entre 1,27 m et 1,98 m. L'appui fixe est situé sur la culée côté Lausanne. Les palées et culées sont fondées sur pieux. Les appuis intermédiaires sont constitués par des plaques de néoprène fretté. Un joint de dilatation Demag est placé sur la culée côté Genève. Chaque pont supporte les principaux efforts suivants :

— M max. en travée	= 3610 tm
— M max. sur appuis	= 5080 tm
— T max.	= 457 t

La construction du pont a nécessité la mise en œuvre de 1900 m³ de béton, de 8350 m² de coffrages, de 231 t d'aciers d'armatures et de 656 t d'aciers St 37 et St 52 pour la construction métallique.

La dépense de construction atteindra 3 070 000 fr. et correspond à un prix de 600 fr. par m² (fig. 8). L'ouvrage, mis en chantier en mai 1961, sera achevé au cours de cet automne.

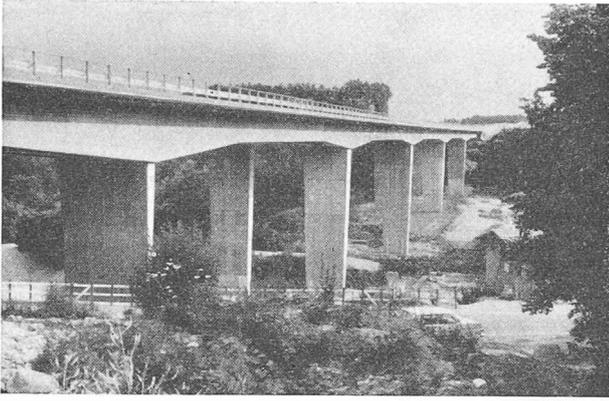


Fig. 6. — Pont sur la Versoix.

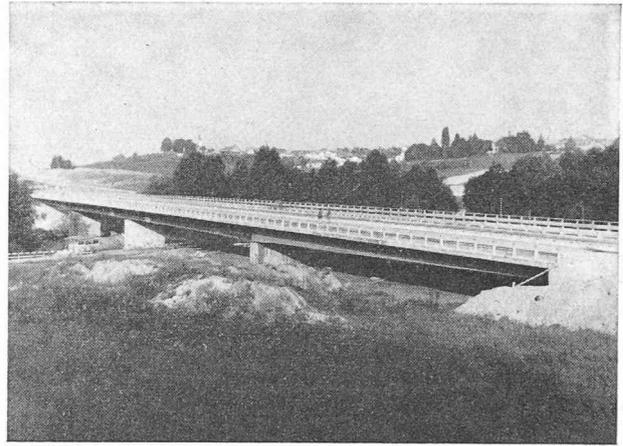


Fig. 8. — Pont sur la Venoge.

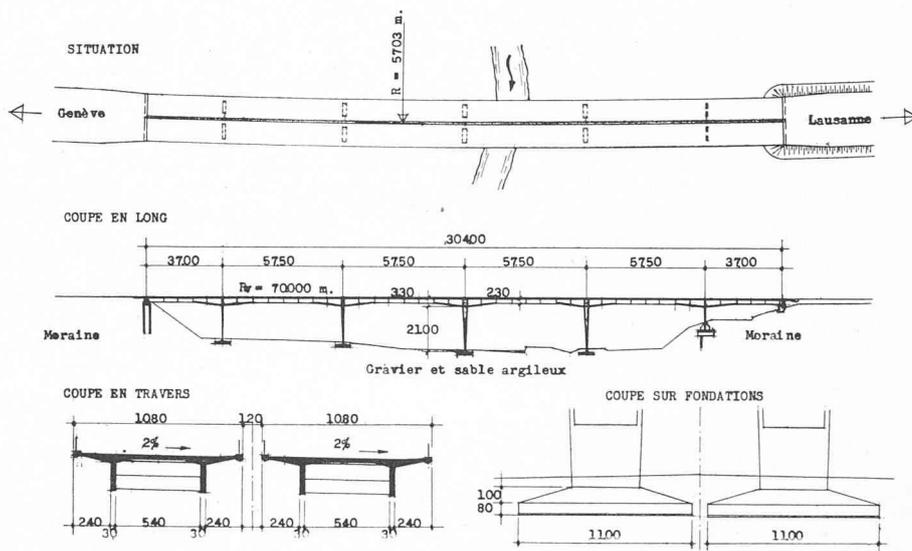


Fig. 5. — Pont sur la Versoix.

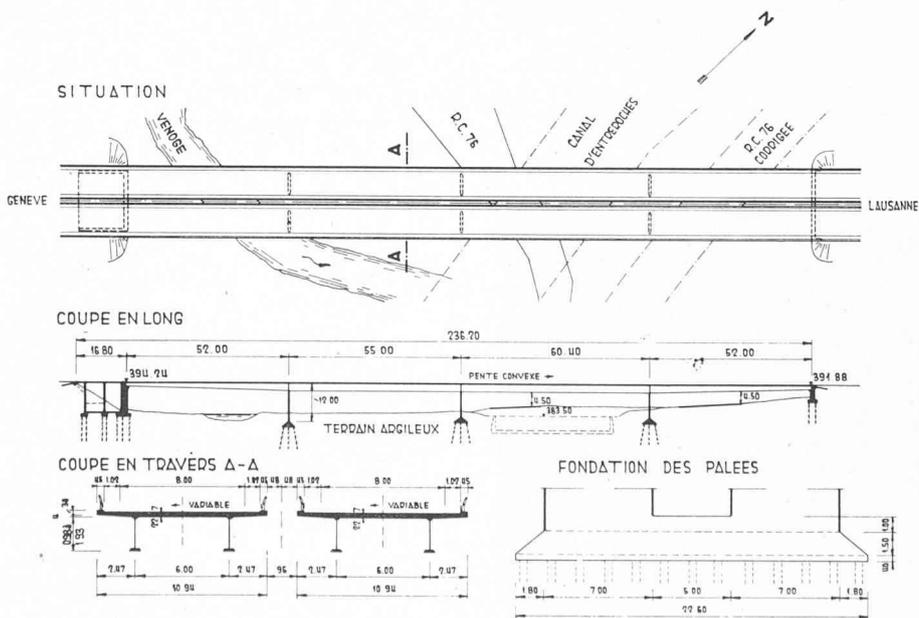


Fig. 7. — Pont sur la Venoge.

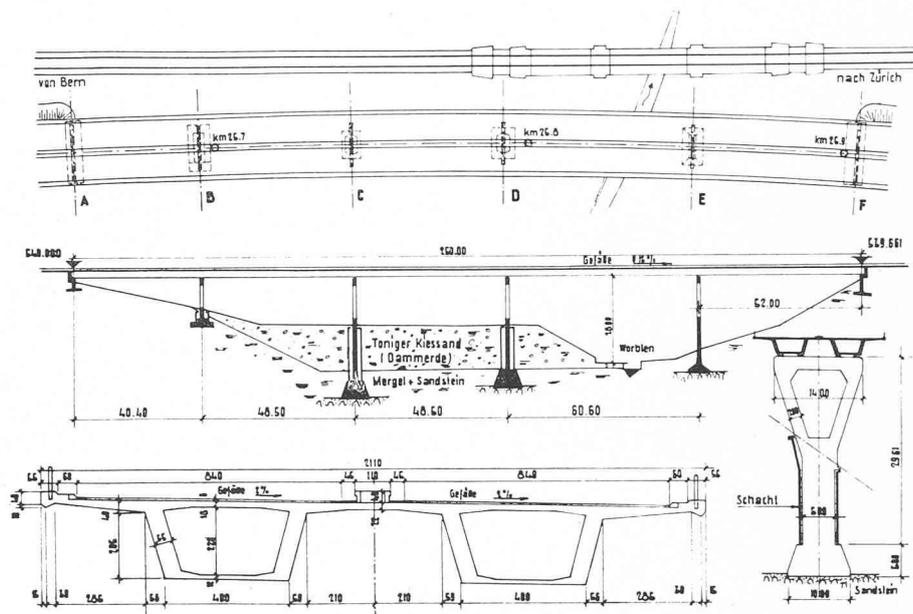


Fig. 9. — Pont sur le Worblental.

2. Route nationale N 1, section Berne-Zurich

Pont sur le Worblental

Au nord de Berne, l'autoroute enjambe le vallon de Worblen, dont la largeur atteint 250 m au droit du pont. La profondeur de la dépression à franchir est de 30 m environ. Les principales difficultés sont dues à la variété des terrains de fondation et à la situation de l'ouvrage longeant la ligne CFF Berne-Zurich. Le terrain de fondation est constitué par des graviers argileux, des terrains morainiques, recouvrant des molasses et des marnes. Cinq bureaux d'ingénieurs ont été appelés à participer au concours et ont présenté quatre projets d'ouvrage en béton armé et un projet de pont en construction mixte, soit quatre caissons continus et un projet d'ouvrage en éléments préfabriqués. Les portées moyennes varient entre 41 m et 66 m.

Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs P. Kipfer, à Berne (fig. 9). Il s'agit d'un caisson continu à cinq travées en béton précontraint. Les culées sont fondées sur la moraine, tandis que les piles intermédiaires, situées dans le talus de la ligne de chemin de fer, sont fondées sur la molasse, sous ce remblai. Le pont a une largeur totale de 21,10 m. L'axe de la chaussée décrit, en plan, une courbe de raccordement à grand rayon; la pente moyenne de la chaussée est de 0,15 %. La longueur totale de l'ouvrage mesure 253,0 m. Elle est divisée en cinq travées de 40,4 m à 60,6 m de portée. Des raidissements ne sont prévus qu'au droit des appuis. Les poutres, auxquelles est appliquée une précontrainte longitudinale système BBRV, sont supportées par des palées évidées. L'appui mobile est situé sur la culée côté Zurich. Les déplacements sont absorbés par un joint de dilatation Demag.

Abstraction faite de la précontrainte, chacun des ponts supporte les efforts principaux suivants :

- M max. en travée = 4570 tm
- M max. sur appuis = 8580 tm
- Mt max. = 570 tm
- T max. = 765 t

L'effort de précontrainte atteint 6700 t. La construction de la superstructure de l'ouvrage a nécessité la mise en œuvre de 3230 m³ de béton, de 12 475 m² de coffrages, de 330 t d'aciers d'armatures et de 169 t de câbles de précontrainte. L'isolation du tablier se compose d'une couche de

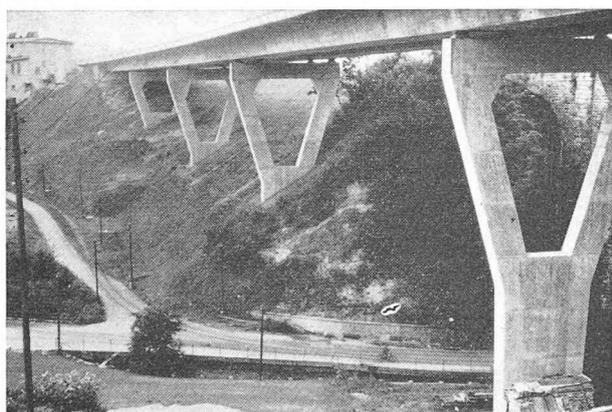


Fig. 10. — Pont sur le Worblental.

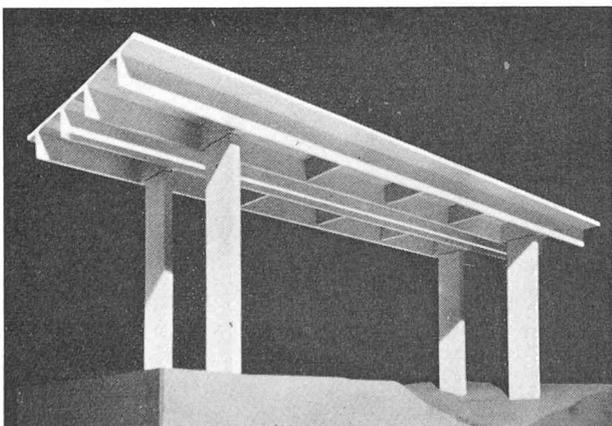


Fig. 11. — Modèle du pont de Lützelburg. (Variante en béton.)

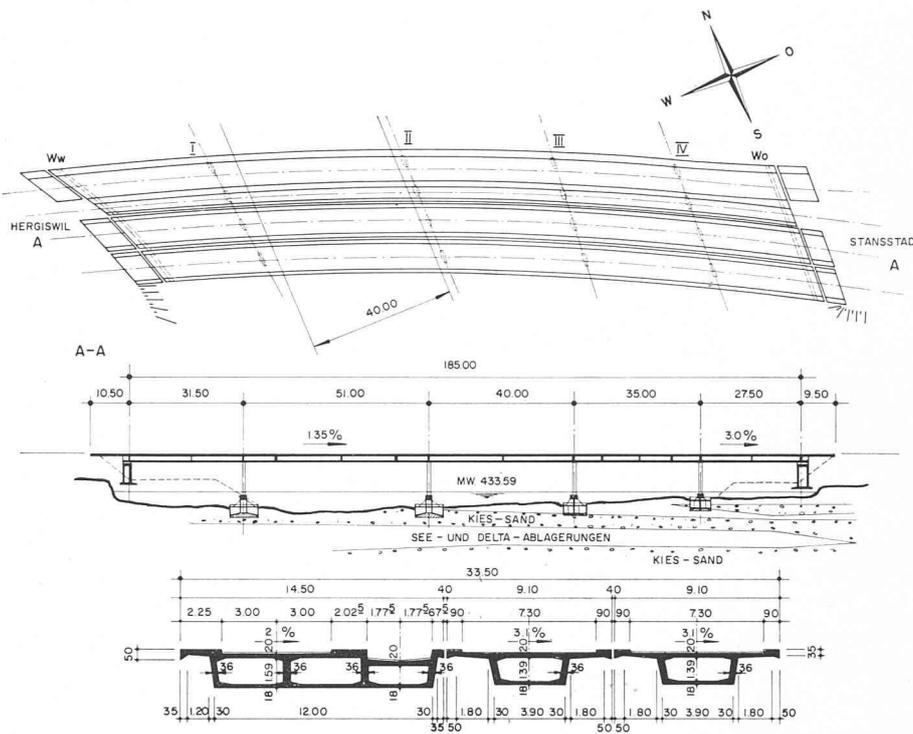


Fig. 12. — Pont d'Acheregg.

mastic de 3 à 4 mm d'épaisseur, posée sur un matelas de fibre de verre et protégée par un revêtement en béton asphaltique avec adjonction de Pulvatex, de 4 à 8 cm d'épaisseur.

La dépense de construction atteint 4 649 000 fr., correspondant à un prix de 870 fr. par m² (fig. 10). L'ouvrage, mis en chantier en avril 1960, a été achevé en décembre 1962, soit dans un délai de 21 mois.

3. Route nationale N 1, section Winterthour-Wil

Pont de Lützelburg

La nationale N 1 franchit le Lützelburg au sud de Frauenfeld. Le vallon en cet endroit mesure environ 220 m de largeur et 30 m de profondeur. Le sous-sol est constitué par des terrains morainiques recouverts d'une couche de 4 à 6 m de terrain argileux et tourbeux. Cinq bureaux d'ingénieurs ont reçu un mandat pour l'étude de projets d'ouvrages en béton et un bureau a été chargé d'étudier un ouvrage en construction métallique. Les projets présentés comprennent quatre ouvrages en éléments préfabriqués, un pont en béton coulé sur place et un ouvrage en construction mixte béton-acier. L'axe de l'ouvrage est situé sur une courbe de raccordement à grand rayon. La pente de la chaussée est de 3 %. Deux projets particulièrement intéressants ont été retenus et doivent faire l'objet d'une étude de prix plus approfondie.

— Un projet étudié par l'entreprise Tuchschild Frères & Cie, à Frauenfeld. Le projet prévoit deux ponts jumelés du type classique comprenant chacun un tablier en béton armé de 26 cm d'épaisseur, supporté par deux poutres continues en acier St. 52, de 2 m de hauteur. La longueur totale de l'ouvrage est divisée en cinq travées de 40 à 48 m de portée. Les piles et culées sont fondées sur semelles.

— Un projet étudié par le Bureau d'ingénieurs de MM. C. Menn & Hugli, à Coire et Zurich. La longueur totale de l'ouvrage est divisée en cinq travées composées de poutres simples, coulées sur place, de 43 m à 48 m de portée et de 2,60 m de hauteur, en béton précontraint (fig. 11). Les piles et culées sont fondées sur semelles.

Les montants des devis des deux ouvrages étant sensiblement équivalents, le choix du projet retenu pour l'exécution sera opéré au vu du résultat des soumissions.

4. Route nationale N 2, Bâle-Chiasso

Pont d'Acheregg

Entre les lacs de Lucerne et d'Alpnach, l'autoroute enjambe le goulet d'Acheregg. Au droit du pont, la largeur du goulet atteint 200 m, la chaussée passant à 15,0 m au-dessus du fond du lac. Le pont supporte une route locale, la voie du chemin de fer Stansstad-Engelberg et la route nationale. Cinq bureaux ont été chargés des études. Ils ont présenté deux projets d'ouvrages en béton précontraint et deux projets de ponts en éléments préfabriqués et une variante en construction métallique. Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau D. J. Bänziger, à Zurich (fig. 12). Il s'agit de trois ponts jumelés à cinq travées (poutres Gerber à caissons) en béton précontraint. L'ouvrage est fondé sur des semelles et des caissons fondés par havage, de 16,0 m de longueur et de 12,0 m de largeur, bétonnés et injectés. La profondeur maximale des caissons a atteint 11,0 m sous le niveau du lac. Les trois ouvrages ont une largeur totale de 33,50 m. L'axe de la chaussée suit une courbe de raccordement à grand rayon, sa pente est de 1,35 %. La longueur du pont mesure 190 m environ. Les tabliers sont supportés par des piliers de forme polygonale. La plus grande ouverture réserve — pour la navigation — une passe de 40 m de largeur et de 7,5 m de hauteur. Une précontrainte longitudinale, système BBRV, est appliquée aux éléments des tabliers des trois ponts. Chacun des ponts de la route nationale supporte les efforts principaux suivants :

- M max. en travée = 1579 tm
- M max. sur appuis = 3398 tm
- T max. = 402 t

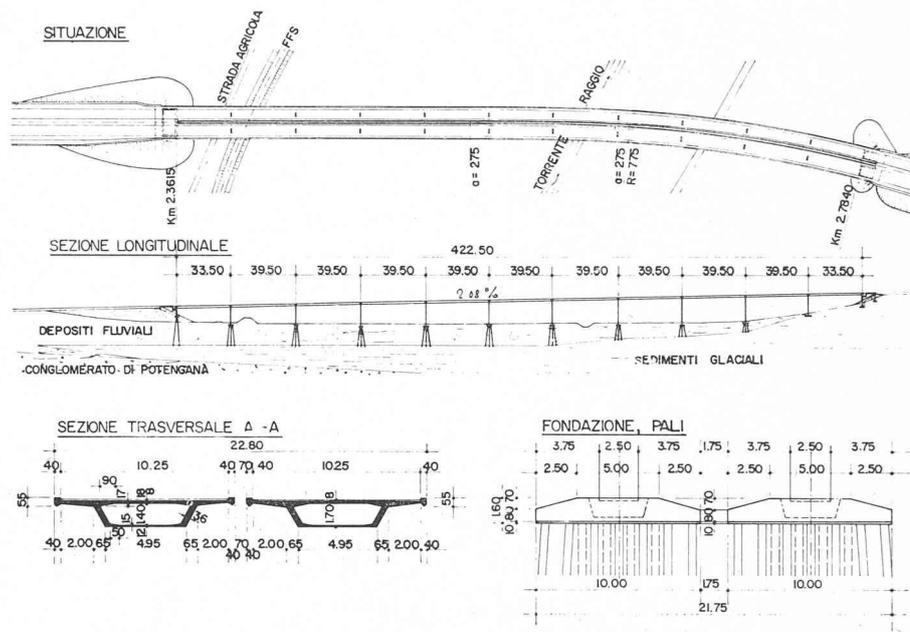


Fig. 16. — Pont de Bisio.

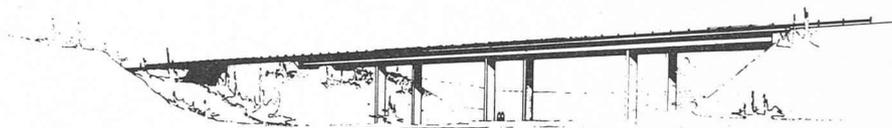


Fig. 18. — Pont sur la Tana.

La construction des tabliers a nécessité la mise en œuvre de 4800 m³ de béton, de 20 500 m² de coffrages, de 431 t d'aciers d'armatures et de 312 t de câbles de précontrainte.

Le coût du pont est estimé à 5 800 000 fr. et correspond à un prix de 720 fr. par m² (fig. 15). L'ouvrage a été mis en chantier en mars 1962. Son achèvement était prévu pour le mois de décembre 1963.

Pont de Bisio

Au nord de Chiasso, la nationale N 2 croise le torrent Roggio, la ligne CFF et doit enjamber une dépression du terrain de 420 m environ, la chaussée étant à 15,0 m au-dessus du sol. Cinq bureaux d'ingénieurs ont été invités à participer au concours et ont présenté deux projets d'ouvrage en béton coulé sur plan et trois projets de pont en éléments préfabriqués.

Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs B. Bernardi, à Zurich et Mendrisio (fig. 16). Il s'agit de deux ponts jumelés constitués chacun par un caisson continu en béton précontraint. La moraine est recouverte d'une épaisseur relativement importante d'alluvions. La première pile et la culée nord ont pu être fondées sur des semelles, tandis que les autres appuis de l'ouvrage sont fondés sur pieux. Chaque tablier a une largeur de 11,05 m et une hauteur de 1,90 m. L'axe de la chaussée suit une courbe de raccordement. Dans le plan vertical, la pente de la chaussée est de 2,08 %. La longueur totale de l'ouvrage, 422,50 m, est divisée en onze travées de 39,50 m de portée moyenne. Les caissons sont soumis à une précontrainte longitudinale totale, système BBRV, et sont supportées par des piliers de section prismatique. Les déplacements dus aux effets de la température et du retrait sont absorbés par des joints de dilatation placés aux deux extrémités du pont.

Chacun des ponts supporte les efforts principaux suivants :

- M max. en travée = 2125 tm
- M max. sur appuis = 3500 tm
- T max. = 290 t

L'effort de précontrainte atteint 2850 t. La construction des tabliers a nécessité la mise en œuvre de 4500 m³ de béton, de 23 000 m² de coffrages, de 400 t d'aciers d'armatures et de 210 t de câbles de précontrainte.

Le coût du pont est estimé à 6 600 000 fr. et correspond à un prix de 700 fr. par m² (fig. 17). Le viaduc a été mis en chantier en mars 1962 ; selon le programme des travaux, l'achèvement de l'ouvrage est prévu au cours de l'automne 1964.

Pont sur la Tana

Plus au nord, à l'ouest de Mendrisio, la nationale N 2 enjambe la voie ferrée Mendrisio-Stabio et le torrent de Laveggio.

La dépression du terrain à franchir, profonde d'une quinzaine de mètres, mesure 150 m de largeur environ. Quatre

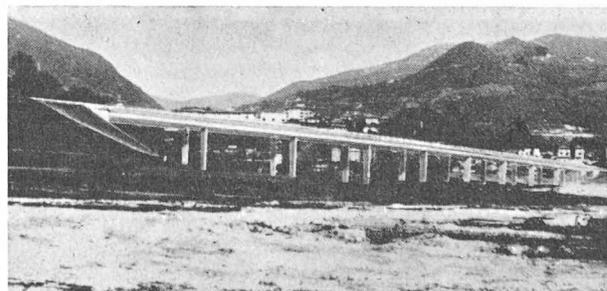


Fig. 17. — Pont de Bisio (montage photographique).

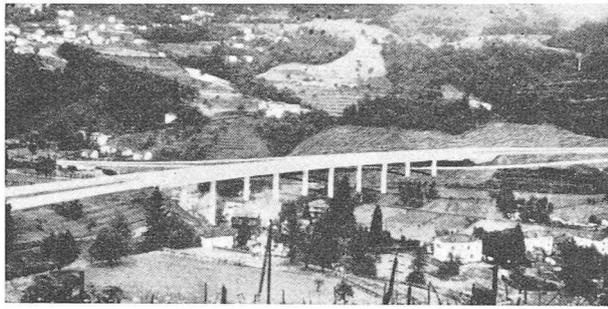


Fig. 19. — Viaduc de Fornarci.

bureaux d'ingénieurs ont été invités à participer au concours et ont présenté quatre projets d'ouvrage en béton précontraint. Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs L. Pini, à Lugano (fig. 18). Il s'agit de deux ponts jumelés du type classique, constitués chacun par un caisson en béton précontraint de 1,70 m de hauteur. La moraine rencontrée à 15 m de profondeur est recouverte de couches d'alluvions sableuses et limoneuses. La culée sud est fondée sur semelles, tandis que les piles et la culée nord sont fondées sur pieux.

Chaque tablier a une largeur totale de 11,06 m. L'axe de la chaussée décrit un arc de cercle de 1078 m de rayon. Le rayon de courbure dans le plan vertical atteint 17 000 m. La longueur de l'ouvrage principal, qui mesure 144,0 m, est répartie en quatre travées dont la portée varie entre 32 et 40 m. Chacun des ponts est constitué par un cadre continu auquel est appliquée une précontrainte longitudinale, système VSL, qui atteint 2100 t en travée et 2780 t sur l'appui central.

La dépense de construction des deux ouvrages est estimée à 3 100 000 fr., correspondant au prix de 850 fr. par m².

Viaduc de Fornarci

A la hauteur de la jonction Lugano sud, l'autoroute enjambe une dépression de 350 m de longueur et de 25 m de profondeur. La moraine est recouverte d'alluvions et de terrains argileux et limoneux de 15 à 20 m d'épaisseur. Les cinq bureaux invités à participer au concours ont présenté quatre projets d'ouvrage en béton armé et un projet d'ou-

vrage en construction mixte. Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs H. Eichenberger, à Zurich. Il s'agit de deux ponts jumelés, constitués chacun par un cadre continu d'une longueur totale de 325,20 m (travée nord) et 338,20 m (travée sud). L'ouvrage, d'une construction analogue au précédent, est divisé en six travées d'une portée moyenne de 57,0 m. Le caisson a une hauteur de 2,70 m. Les piles et les culées sont fondées sur pieux. L'axe de la chaussée suit en plan une courbe de 750 m de rayon. La pente longitudinale est de 2,13 ‰.

Une précontrainte longitudinale, système BBRV, est appliquée aux poutres principales. L'effort de précontrainte atteint 3120 t en travée. Les mouvements horizontaux sont absorbés par deux joints de dilatation prévus aux extrémités de l'ouvrage. La charge maximum des pieux de la fondation atteint 377 t.

Le coût de l'ouvrage est estimé à 6 910 000 fr., somme correspondant à un prix de 915 fr. par m² (fig. 19).

5. Route nationale N 4, section Schwyz-Brunnen

Ponts de Seewen

L'autoroute, sur cette section, nécessite la construction de quatre principaux ouvrages :

- le pont de Zingel, qui enjambe le lac de Lauerz ;
- le viaduc de l'Urmiberg ;
- le viaduc de Sechszechni, qui franchit le Seeweren, une route locale et la ligne CFF Schwyz-Brunnen ;
- le pont sur la Muotta.

La longueur cumulée des quatre ouvrages atteint 1185 m. Sur la plus grande longueur des ouvrages — à l'exception du viaduc de l'Urmiberg — le sous-sol est constitué par des alluvions récentes et relativement compressibles. Six bureaux d'ingénieurs ont été appelés à présenter un projet.

Les quatre projets retenus pour l'exécution ont été élaborés par le Bureau d'ingénieurs Fiez et Hauri, à Zurich.

Les projets des trois principaux ponts prévoient l'application aussi large que possible de la préfabrication. La section transversale des ouvrages est constituée par une série de poutres simples de 20 m de portée, supportant un tablier en béton armé coulé sur place. Le pont sur la Muotta est constitué par une poutre continue de 1,20 m de hauteur,

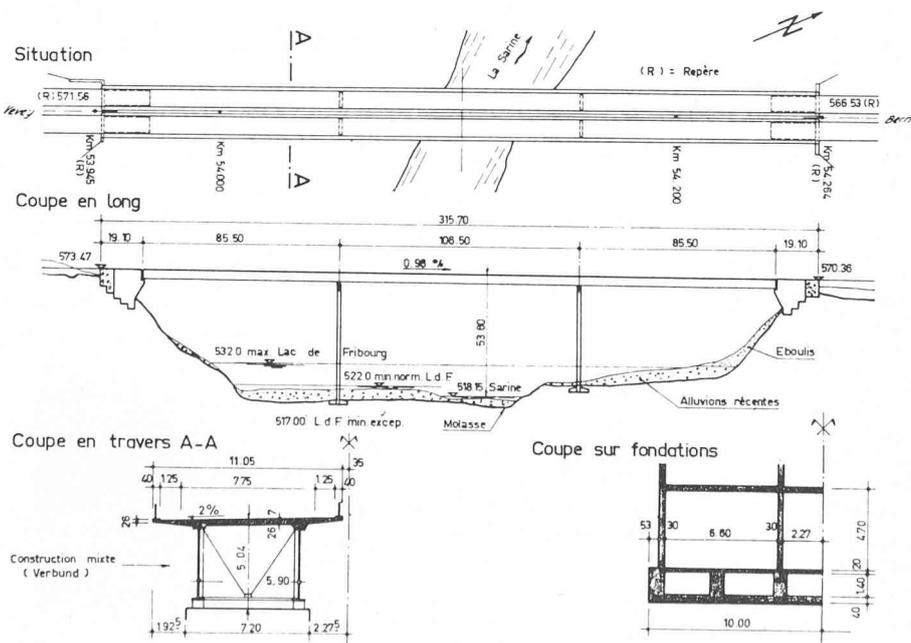


Fig. 20. — Pont sur la Sarine.

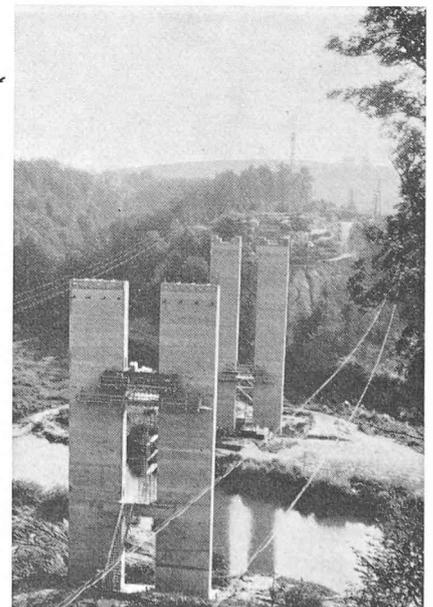


Fig. 21. — Pont sur la Sarine.

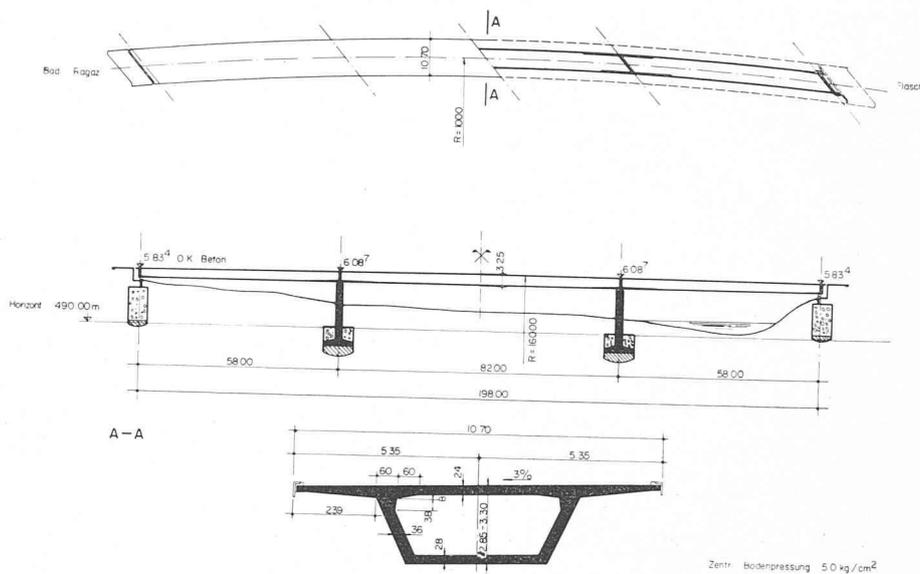


Fig. 22. — Pont de Ragaz.

à trois travées, supportée par des palées de 32 cm d'épaisseur. Le prix des ouvrages a été estimé à 740 fr. par m². Relevons que, dans l'ensemble, l'application systématique de la préfabrication a permis une économie de près de 20 % par rapport au prix moyen des ouvrages présentés.

6. Route nationale N 12, section Fribourg-Berne

Pont sur la Sarine à Granges-Paccot

Au nord de Fribourg, la route nationale N 12 franchit la Sarine en amont du barrage de Schiffenen. Le vallon de la Sarine mesure en cet endroit 320 m de largeur. La chaussée est située à 50,0 m environ au-dessus de la rivière. La molasse n'étant recouverte que d'une faible couche d'éboulis ou d'alluvions récentes, la fondation de l'ouvrage n'a pas posé de problèmes particuliers. Sept bureaux d'ingénieurs ont été chargés par mandat de présenter chacun un projet. Deux bureaux ont présenté des projets d'ouvrage en construction mixte et cinq bureaux ont étudié des projets de pont en béton armé. Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey (fig. 20). Il s'agit de deux ponts jumelés. Chaque tablier comporte deux poutres continues à trois travées d'une portée moyenne de 93,50 m supportées par deux piles intermédiaires fondées sur la molasse. La largeur de chaque tablier est de 11,05 m. L'axe de la chaussée est en alignement. La pente longitudinale est de 0,98 %. La longueur totale de l'ouvrage est de 315,30 m. Le tablier en béton est composé d'éléments préfabriqués et précontraints après la pose sur les poutres métalliques. Chacune des poutres supporte les efforts principaux suivants :

- M max. en travée = 3190 tm
- M max. sur appuis = 7950 tm
- T max. = 394 t

La construction de la superstructure nécessitera la mise en œuvre de 1500 m³ de béton, de 5800 m² de coffrages, de 272 t d'aciers d'armatures et de 1030 t d'acier St 52 pour la construction métallique.

Le coût du pont est estimé à 5 555 000 fr. et correspond à un prix de 905 fr. par m² (fig. 24). L'ouvrage a été mis en chantier en octobre 1962. Selon le programme des travaux, l'achèvement est prévu au cours de l'automne 1964.

7. Route nationale N 13, section Sargans-Coire

Pont de Ragaz

La nationale N 13 franchit le Rhin à Ragaz-les-Bains sous un angle de 45° environ. Mesurée dans l'axe de la route, la distance entre les berges mesure 200 m environ. Le sous-sol est constitué par des alluvions composées de sables et graviers et de gros blocs. Trois bureaux d'ingénieurs ont reçu un mandat pour l'étude de projets d'ouvrage en béton, tandis que deux bureaux étaient chargés d'étudier un ouvrage en construction métallique. Tous les projets présentés sont des ponts jumelés dont les tabliers sont constitués par des poutres continues ou des poutres Gerber.

Le projet retenu pour l'exécution a été élaboré par le Bureau d'ingénieurs Dr C. Menn, à Coire (fig. 22). Il s'agit d'une poutre à caisson de 3,30 m de hauteur, à moment d'inertie variable. Les piliers et les culées sont supportés par des caissons à air comprimé fondés à 11,0 m de profondeur sous le plafond de la rivière. Le profil en travers comprend une chaussée de 7,50 m, deux dégagements latéraux de 1,15 m et deux bordures de 0,45 m. La largeur totale du tablier est de 10,70 m. L'axe de la chaussée suit une courbe de 1000 m de rayon ; dans le plan vertical, il suit une courbe de raccordement convexe de 16 000 m de rayon. La longueur totale de l'ouvrage mesurée entre les joints de dilatation est de 200,4 m. Elle est divisée en trois travées de 67,50 m de portée moyenne. Le tablier est soumis à une précontrainte longitudinale, système BBRV. Les efforts de précontrainte varient entre 4400 t dans la travée centrale, 2640 t dans les travées latérales et 6440 t sur les piles intermédiaires. Le pont supporte les principaux efforts suivants :

- M max. en travée = 4 350 + 7 180 tm
- M max. sur appuis = 8 400 + 12 700 tm
- T max. = 1 000 t

La construction du tablier a nécessité la mise en œuvre de 1330 m³ de béton, de 5200 m² de coffrages, de 118 t d'aciers d'armatures et 58 t de câbles de précontrainte.

Le coût de la construction se monte à 1 640 000 fr. et correspond à un prix de 800 fr. par m² (fig. 23). Les travaux de construction ont duré quatorze mois.

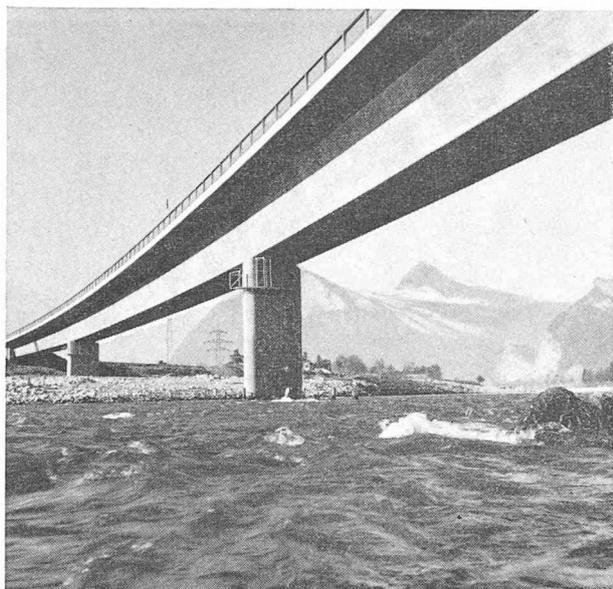


Fig. 23. — Pont de Ragaz.

C. Conclusions

La comparaison des prix de ces ouvrages ne permet pas — quant à la valeur des projets — de tirer des conclusions valables en raison de la diversité des conditions posées par les études et l'exécution des ouvrages. En revanche, étant donné qu'il s'agit de superstructures analogues, il est possible de comparer les poids des superstructures — poids équivalents provoquant les mêmes moments maximums — en fonction de la portée moyenne des ouvrages. Il ressort de cette comparaison que les points représentatifs des poids des superstructures en béton armé précontraint sont situés dans un fuseau dont l'axe peut être défini par l'équation

$$G = 0,700 + 0,013 L, \text{ où}$$

G = poids en tonnes/m² ;
 L = la portée moyenne de l'ouvrage
 $\left(\frac{\sum l^2}{\sum l} \right)$ en mètres.

L'ordre de grandeur de la dispersion atteint 16 % pour les projets retenus pour l'exécution.

En ce qui concerne les ponts en construction mixte, la relation correspondante devient :

$$G = 0,630 + 0,0035 L.$$

Pour répondre à la question de savoir si, dans l'ensemble, les résultats des concours sont positifs, il est nécessaire — pour pouvoir apprécier l'aspect économique de la question — de faire certaines hypothèses, à savoir :

- pour un concours déterminé, la moyenne des montants des devis présentés donne l'ordre de grandeur du coût de l'ouvrage qui aurait été étudié sans concours ;
- l'écart entre la moyenne des montants des devis — après déduction des prix et indemnités versées aux auteurs des projets — et le devis du projet retenu pour l'exécution donne la mesure de l'économie réalisée.

Cet écart — fonction de la nature du problème à résoudre et des aptitudes des ingénieurs invités à présenter un projet — a atteint 25 %. Pour toutes les études organisées jusqu'à ce jour, l'économie atteint en moyenne 11 à 12 % du montant du devis des ouvrages. Pour conclure, mentionnons que les études parallèles et les concours ont permis de dégager des solutions satisfaisantes. Dans la grande majorité des cas, les projets d'ouvrages choisis pour l'exécution correspondent aux solutions les plus économiques. Relevons enfin que les concours et les études parallèles provoquent une saine émulation entre les spécialistes intéressés à l'étude de ces ouvrages particuliers et très variés, pour lesquels les facilités inventives des ingénieurs trouveront toujours un aliment renouvelé.

ACTUALITÉ INDUSTRIELLE (30)

Inauguration de la nouvelle centrale de production de gaz des Services industriels de Genève

L'industrie gazière connaît un regain d'activité fort intéressant et, depuis quelques années, elle étend son champ d'activité et développe ses moyens de production. Le numéro spécial du *Bulletin technique*¹ publié en 1960 avait d'ailleurs laissé entrevoir ce dynamisme nouveau, et nous sommes heureux de pouvoir consacrer une actualité industrielle à l'industrie du gaz. Le prétexte nous en est fourni par le Service du gaz des Services industriels de la ville de Genève, qui avait organisé une sympathique manifestation pour inaugurer sa nouvelle centrale de craquage.

Cette manifestation eut lieu le 24 juin 1964, à l'usine à gaz de Genève, en présence notamment de MM. Choisy,

D^r h. c., conseiller aux Etats et membre du Conseil de direction des Services industriels de Genève, MM. Dupont et Ruffieux, conseillers d'Etat du Canton et République de Genève, M. Kern, ancien directeur du Service du gaz. Placée sous la présidence de M. J. Ducret, président des Services industriels, cette manifestation permit aux nombreux invités présents de se faire une juste idée de l'importance et de l'utilité de la nouvelle centrale de production de gaz par craquage.

Dans son allocution de bienvenue, M. Jules Ducret rappela l'histoire de l'Usine à gaz de Genève. Grâce à l'initiative privée, la ville de Genève avait en effet été dotée d'une usine à gaz dès 1844 ; cette usine bénéficiait d'une concession accordée à la Société générale pour l'éclairage au gaz, que le général Dufour présida pendant de nombreuses années.

¹ *Bulletin technique* n° 11/1960, numéro spécial sur « Problèmes actuels de l'industrie gazière ».