De quelques expériences récentes réalisées en Suisse romande dans la construction de ponts métalliques

Autor(en): **Cosandey, Maurice**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **82 (1964)**

Heft 22: **56. Generalversammlung der G.e.P. Lausanne 1964**

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-67502

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Sonderheft zur 56. Generalversammlung der G. E. P. in Lausanne
29. - 31. Mai 1964

De quelques expériences récentes réalisées en Suisse romande dans la construction de ponts métalliques

Avec tableaux hors-texte Nos 11 à 14 DK 624.21:624.014.2

Par **Maurice Cosandey,** Ing. dipl., Professeur et Directeur de l'EPUL, Lausanne

Conférence faite le 8 novembre 1963 à Zurich lors des journées d'études organisées par la S. I. A., groupe professionnel des Ingénieurs des ponts et charpentes

L'emploi généralisé du soudage manuel, semi-automatique et automatique a profondément modifié l'aspect des ponts métalliques. Leur esthétique s'est améliorée et les frais d'entretien ont considérablement diminué, jusqu'à les rendre comparables à ceux des ouvrages érigés en d'autres matériaux. L'intérêt croissant des bureaux techniques pour la construction métallique et l'accroissement du coût de la main-d'œuvre rendent très compétitif le matériau acier dans la construction des ponts.

Le perfectionnement des théories notamment celles relatives au voilement, à la fatigue, au flambage, aux dalles orthotropes, l'importance de plus en plus grande accordée à la conception et à la création constructive, la qualité croissante de l'exécution grâce à une main-d'œuvre qualifiée et à l'amélioration des équipements permettent de faire face avec succès à toutes les situations.

Le but du présent exposé est de montrer les dernières réalisations effectuées en Suisse romande.

Pont de Chamoson sur le Rhône (Fig. 1 et 2)

Il relie la centrale de Nendaz EOS sur rive gauche à la station de transformation sur rive droite. Il a permis pendant la construction le transport des déblais de la centrale et du puits blindé sur rive droite. Il est calculé pour supporter le poids d'un transformateur plein d'huile de 52 t, roulant directement sur rails incorporés dans la dalle ou chargé sur chariot de transport type spécial.

Dans un pont continu à trois travées le rapport des portées joue un grand rôle dans les premières réflexions de l'ingénieur. Des considérations esthétiques et de statique interviennent qui ne sont pas toujours concordantes. Sur le plan de l'architecture, il semble intéressant d'utiliser des rapports simples entre la travée centrale et les travées adjacentes. Dans le cas particulier, les dimensions du lit mineur du Rhône ont imposé une travée centrale de 53,3 m, ce qui donne un rapport de 5:2 qui n'est pas le plus favorable pour l'économie du projet.

L'extrados de la poutre maîtresse comprend deux droites réunies au centre du pont par un arc de cercle. Cette disposition s'est révélée peu heureuse esthétiquement car le pont, vu de biais, présente en fait une cassure en son centre. Dans le cas présent cet inconvénient a pu être partiellement corrigé lors de la construction du canal en tôle des câbles basse tension, placé sur les membrures supérieures. Pour un nouvel ouvrage de ce type il faut construire l'extrados en arc de cercle sur toute la longueur de l'ouvrage comme l'ont prouvé des réalisations récentes en France. En ce qui concerne l'intrados, deux indications peuvent être utiles. Au droit des piles une symétrie par rapport à la perpendiculaire à l'extrados doit être observée, et aux extrémités du pont l'intrados doit être parallèle à l'extrados.

L'originalité du pont de Chamoson a consisté dans l'emploi, pour la première fois en Suisse, d'acier à haute limite élastique dans la construction de ponts. Un acier à 45 kg/mm² de limite apparente d'élasticité a été choisi pour les parties fortement tendues de la poutre fléchie. Obtenant cette limite grâce à un double traitement thermique, cet acier pouvait donner lieu à quelques craintes en ce qui concerne la résistance et la limite élastique de la soudure. Il n'en a rien été et la seule difficulté de l'emploi de ces aciers a été provoquée par une erreur des laminoirs qui avaient débité les larges plats des semelles à la cisaille, provoquant des fissurations perpendiculairement au plan de coupe. Un tel matériau de forte épaisseur doit être découpé au moyen du chalumeau ou par rabotage. Aujourd'hui les aciéries livrent des matériaux à limites élastiques encore plus élevées (jusqu'à 75 kg/mm²). Ils constituent, pour autant que les phénomènes d'instabilité ne soient pas déterminants, une possibilité encore peu employée de franchissement de grandes portées dans des conditions économiques remarquables.

La détermination des contraintes admissibles demande des études approfondies qu'il n'est pas toujours possible d'entreprendre dans les délais voulus. Il serait souhaitable de fixer dans nos normes suisses No 161 les valeurs admissibles pour les aciers à hautes limites élastiques. Dans le cas présent, nous avons utilisé les contraintes exprimées par le diagramme de la figure 3. La résistance à la fatigue augmente moins rapidement que la limite apparente d'élasticité. Pour le cas du pont-route, cette particularité n'est pas très gênante en raison de la fatigue modeste en présence.

Pont de Travers (Fig. 4)

Cet ouvrage remplace un talus primitivement prévu et qui s'était écroulé lors de sa construction, le terrain en craie lacustre n'ayant pas été capable d'en supporter le poids. Seul un ouvrage très léger pouvait être envisagé. A la suite d'un concours le projet acier-béton de la figure 4 a été construit. Afin de permettre un encastrement de la dalle de chaussée dans les poutres maîtresses, ces dernières ont été conçues en caisson. Ainsi la dalle ne dépasse pas 17 cm au milieu, ce qui a permis de diminuer le poids sur les fondations elles-mêmes sur pieux.

De sensibles tassements ainsi que des mouvements latéraux étaient à craindre. Aussi le système est-il isostatique et chaque palée repose-t-elle sur des appuis à rouleaux permettant au terrain de se déplacer par rapport à l'ouvrage sans solliciter ce dernier.

Comme je le relevais au début, l'entretien des constructions métalliques ne donne plus lieu à des soucis particuliers. Ici, après un grenaillage soigné, il a été appliqué une peinture au zinc dont la dernière couche est pigmentée verte et donne ainsi au pont une allure extrêmement heureuse.

On peut hésiter quant au moment propice d'effectuer la peinture. Est-il plus judicieux d'y procéder à l'atelier ou une fois le montage terminé? Dans le cas où le pont repose sur des piles en béton, il semble souhaitable de la faire en atelier pour éviter des coulures de rouille sur le béton pendant le montage.

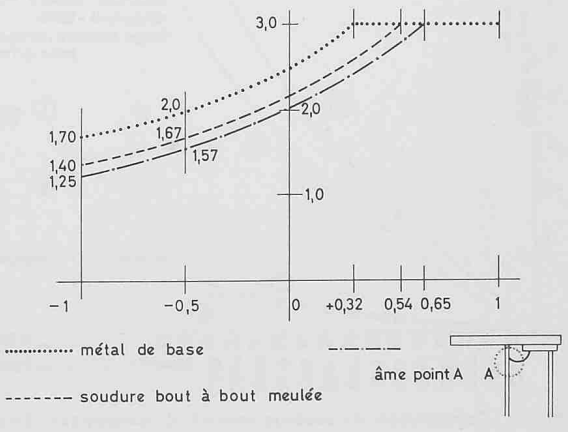


Fig. 3. Pont de Chamoson; contraintes admissibles, acier 60 T

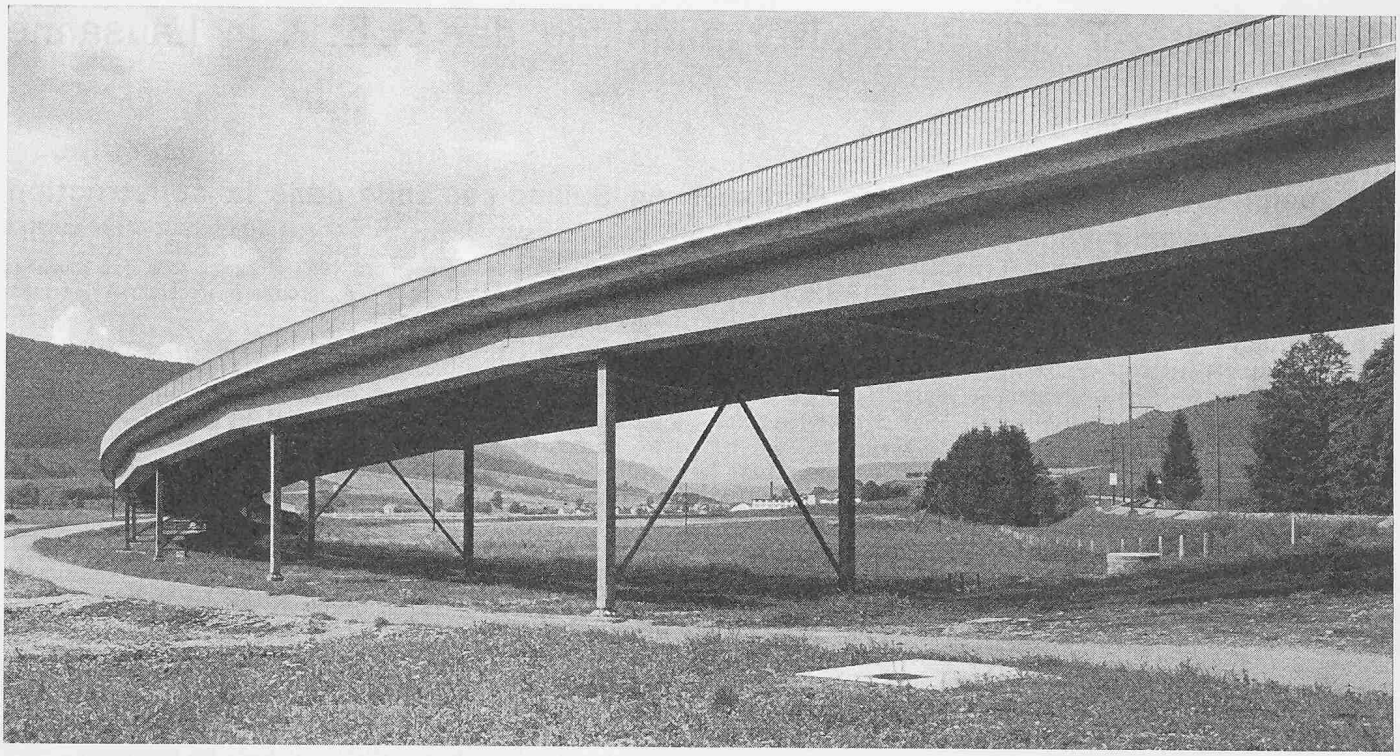


Fig. 4. Pont de Travers

Zwahlen & Mayr S. A., Lausanne

Pont sur la Venoge pour l'autoroute Genève—Lausanne (Fig. 5 et 6)

Ce pont franchit la Venoge actuelle et est conçu en fonction du futur canal du Rhône au Rhin, qui sera construit sur un autre tracé. C'est une construction mixte à quatre travées de 52/60/55/52 m de portée. Le gabarit entre le niveau de la chaussée et le terrain naturel étant relativement faible, on a cherché à obtenir une hauteur de construction aussi petite que possible. Pour cela la dalle participe à la résistance du profil fléchi aussi bien pour le poids propre que pour les surcharges. A cet effet deux étayages par travée ont été placés. Il est clair que dans les conditions normales un calcul économique doit être effectué. Est-ce que l'économie d'acier obtenue par l'étayage compense le coût de ce dernier? Avec l'augmentation du prix de la main-d'œuvre, un étayage avec sa fondation risque d'être plus coûteux que le gain effectué sur la matière première. Dans cet exemple, pour une même hauteur de construction, il y avait un léger avantage à la solution étayée. La dalle de 22 cm d'épaisseur est précontrainte sur 12 m de part et d'autre des appuis intermédiaires par des câbles de précontrainte Freyssinet de 55 t chacun. Pour permettre la précontrainte avant liaison de la dalle avec le profil acier, les crémaillères d'adhérence ont été soudées sur une semelle de 300/10 qui restait indépendante de la poutre pendant bétonnage. Après durcissement pendant 28 jours la précontrainte pouvait être appliquée et la semelle 300/10 soudée à la membrure supérieure 260/12 de la poutre acier. Il y a naturellement intérêt à lier la dalle avec le profil acier le plus tardivement possible pour permettre d'éliminer la plus grande partie du retrait, fluage et relaxation. Dans le cas présent, cette situation a pu être réalisée puisque un hiver s'est écoulé entre la mise en précontrainte et la liaison des deux semelles par soudure.

La réussite, dans le temps, d'une poutre mixte continue précontrainte exige une organisation de chantier minutieusement préparée. Elle se heurte cependant à des contingences impératives comme par exemple le durcissement du béton avant précontrainte. Si l'on veut exploiter à fond la solution acier-béton dans la construction des ponts, il faut envisager pour l'avenir l'utilisation de dalles préfabriquées qui peuvent être construites pendant les travaux de fondation et de montage de l'acier. Une telle solution sera utilisée au pont de la Madeleine, sur la Sarine, au nord de Fribourg (voir plus loin).

La difficulté de plus en plus grande de trouver de la main-d'œuvre qualifiée et la nécessité d'augmenter la production pour permettre la couverture de frais généraux croissants imposent l'emploi de procédés automatiques ra-

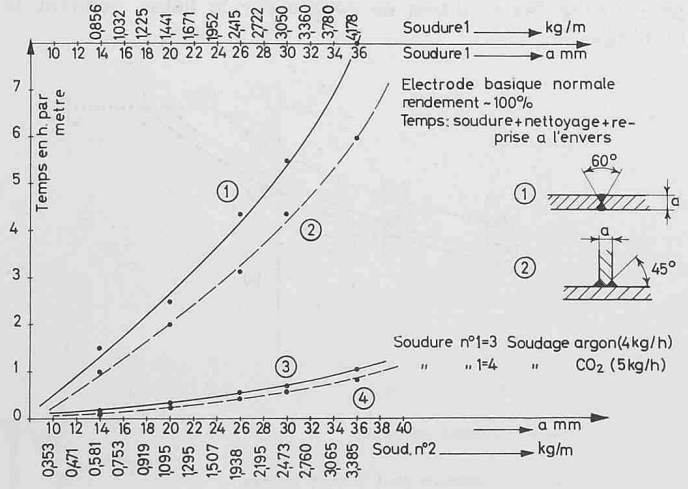


Fig. 7. Comparaison du soudage manuel et automatique. Soudures bout à bout et soudures à cœur de fers croisés

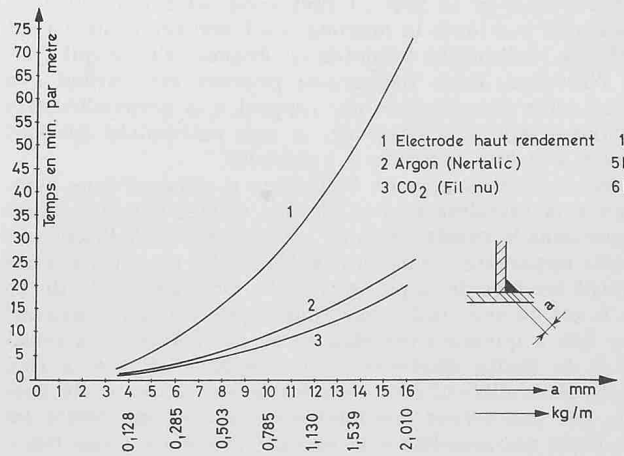


Fig. 8. Comparaison du soudage manuel et du soudage automatique. Cordons d'angle

pides. Pour les grandes poutres de pont, la soudure automatique sous protection gazeuse permet de gagner un temps énorme tout en sauvegardant la qualité. Si l'unité représente le coût du soudage manuel avec électrodes basiques, le soudage sous protection gazeuse se présente comme suit: sous protection d'argon 0,85, sous protection de CO_2 avec fil nu 0,50, sous protection de CO_2 avec fil composite 0,75.

Les fig. 7 et 8 donnent les résultats pratiques obtenus pour le dépôt de cordons de soudure dans les trois cas possibles. Il y a lieu de constater que les résultats du soudage automatique correspondent à l'état actuel des appareillages et que, sans nul doute, des améliorations sont encore à prévoir. A l'exception des entretoises en acier 37, l'ensemble du pont est en acier 52-3 selon DIN 17 100, ce qui n'a présenté aucune difficulté pour le soudage.

Pont de Gebidem (Fig. 9 et 10)

Si l'acier est toujours resté compétitif, il l'est particulièrement lorsque la mise en place d'un échafaudage est difficile ou les conditions de montage se prêtent particulièrement bien au matériau. Tel est le pont de Gebidem sur la Massa. Pour alléger l'ouvrage et pour faciliter ses conditions d'exploitation en hiver, le tablier a été construit en caillebotis, ce qui constitue pour la Suisse une innovation.

Pont sur le Rhône à Aproz (Fig. 11 et 12)

La construction triangulée souffre actuellement d'un certain préjugé défavorable, dû à la vision d'anciennes constructions de dimensions modestes et pour lesquelles la rivure donne un air vieillot, pour ne pas dire plus. Il est pourtant des cas où la construction triangulée s'impose pour des raisons économiques. C'est le cas du pont d'Aproz, pont de chemin de fer et pont-route dont les portées sont: 33,71, 65,92 et 33,71 m. Normalement l'attache des barres du treillis aux membrures s'effectue par rivets ou boulons à haute résistance dans le cas de ponts-rails et cela en raison de la fatigue élevée de tels ouvrages. Ici, le constructeur a réalisé, pour la première fois en Suisse un pont entièrement soudé. Comme il s'agit d'une voie de raccordement industriel, la fréquence des charges maxima n'est pas aussi grande que celle d'un pont de chemin de fer normal. La performance n'en est pas moins remarquable. Les membrures et les diagonales les plus sollicitées sont en acier 52-3 et le reste en acier 37-2. Des rails à gorge sont soudés directement sur les longerons et des dalles préfabriquées, ne participant pas à la résistance générale, constituent le chemin de roulement des trains routiers. Les nœuds des poutres triangulées ont été construits en atelier de telle sorte qu'au montage il suffisait de souder les entretoises, les diagonales et les contreventements constitués de barres à coupes normales. En deux mois et demi le pont a été monté et livré à la circulation en dépit des difficultés météorologiques des mois de février et mars.

Ponts des Larges-Pièces (Fig. 13 et 14)

A l'ouest de Lausanne les CFF construisent à Denges une nouvelle gare de triage. Pour permettre de franchir le tracé de l'autoroute aux voies directes Lausanne - Genève et aux voies de la gare, il est nécessaire de construire six ponts. En raison du faible gabarit disponible et de la qualité catastrophique du sol, le maître d'œuvre s'est décidé pour des constructions en acier. Les deux premiers ponts représentés par les photos sont des poutres continues à liaison mixte avec l'auge support du ballast en travée. Sur appui, seuls l'acier des poutres et les armatures de la dalle participent à la résistance. Cette solution très simple a été choisie en raison des délais extraordinairement courts, impartis à tous les échelons. La fissuration de la dalle sur appui ne joue aucun rôle défavorable si une judicieuse répartition des armatures est adoptée; d'autre part l'étanchéité est assurée de toute façon par le revêtement de l'auge qui est prévu avant la mise en place du ballast.

Pont des Raffineries du Rhône S. A. (Fig. 15, 16 et 17)

Il s'agit de l'ouvrage permettant le franchissement du Rhône aux conduites aboutissant à la station de stockage et de chargement des produits raffinés.

La portée de cette construction est de 129 m. Les poutres triangulées, de forme parabolique, se rapprochent au centre du pont ce qui a permis de diminuer l'importance du contreventement supérieur, tout en créant un effet architectural intéressant. Les membrures supérieures composées de tubes ϕ 673 mm en acier 52-3 reçoivent en pénétration les tubes du contreventement supérieur. Cette construction qui demande un soin certain dans la préparation en atelier

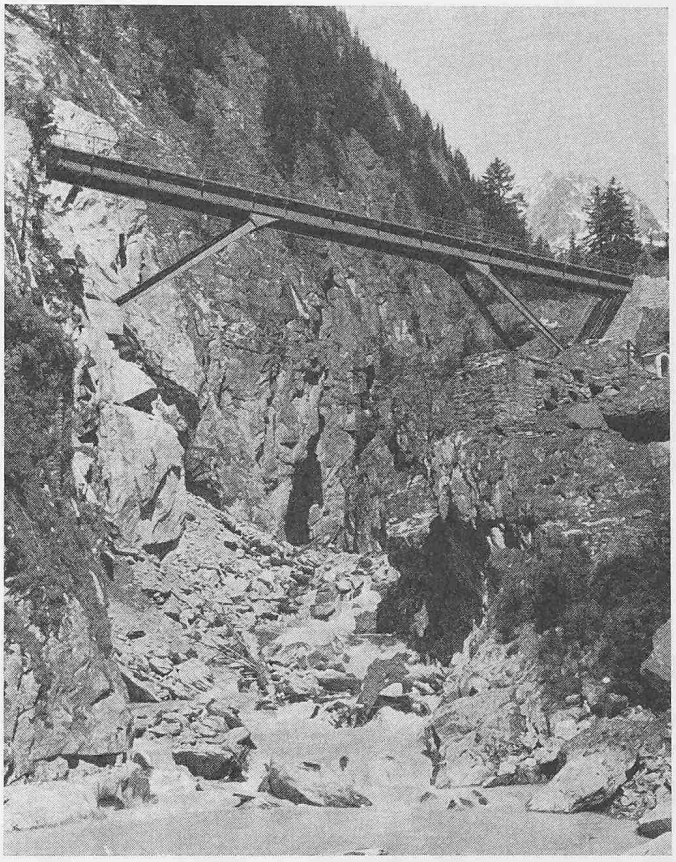


Fig. 9. Pont de Gebidem Giovanola Frères S. A., Monthey

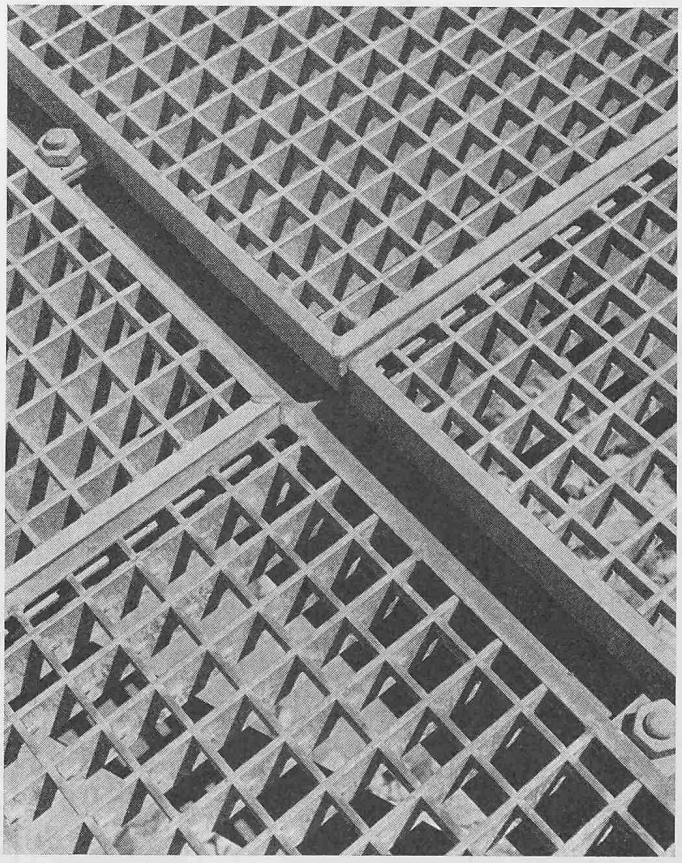


Fig. 10. Tablier en caillebotis du pont de Gebidem

Fig. 11. Pont d'Aproz sur le Rhône Giovanola Frères S. A., Monthey

Fig. 12. Pont d'Aproz pendant le montage

est finalement la plus économique, la plus esthétique et celle qui requiert finalement le minimum d'entretien. Les membrures inférieures sont des DIN 36 en acier 52-3 et les diagonales des tubes 229/6.

Une auge suspendue aux entretoises pourra recueillir une perte éventuelle des conduites et évitera ainsi la pollution du Rhône.

Le montage de l'ouvrage s'est effectué au moyen d'un grand derrick et de trois piles carrées en profilés entretoisés et posés directement dans le lit du fleuve. Le pont à été construit en quatre tronçons dont le plus lourd pesait 34 t. Grâce à cette solution de pose audacieuse, le montage de l'ouvrage n'à duré que 2 mois et demi.

Dans les poutres triangulées du type construit ici, la longueur des barres des treillis peut donner lieu à quelques craintes en ce qui concerne la vibration sous l'effet du vent. Le constructeur a tenu compte de ce fait et les grandes barres du centre ont été réunies par une traverse.

Pont de la Madeleine sur la Sarine, à Fribourg (Fig. 18)

Ce pont-route franchira l'accumulation de Schiffenen quelques centaines de mètres en aval du pont de Grandfey, sur la ligne Lausanne - Berne.

Les dimensions de l'ouvrage sont les suivantes:

Culée rive gauche longueur 19,10 m haut. max. 20 m
Travée rive gauche longueur 85,50 m
Travée centrale longueur 106,50 m ce qui constitue un record mondial pour un pont mixte à dalle continue
Travée rive droite longueur 85,50 m
Culée rive droite longueur 19,10 m haut. max. 16 m

Actuellement, les piles de hauteur max. 50 m sont construites. Le montage de l'ouvrage est en cours.

Grâce au système de montage par lancement, tout échafaudage a pu être éliminé. Le choix de l'ouvrage a été fait sur la base d'un concours et la solution métallique présentée ici s'est trouvée être la plus économique grâce à une étude remarquable et aux avantages intrinsèques de l'acier. La hauteur des poutres en acier 52-3 et HOAG à 40 kg/mm² de limite apparente d'élasticité (sur appuis) est de 4212 mm sur toute la longueur du pont. L'âme très mince de 10 mm est raidie par quatre cours de nervures en caisson, faisant ainsi intervenir une grande rigidité à la torsion. Une fois le pont terminé, la dalle jouant le rôle de contreventement, il sera possible de démon-

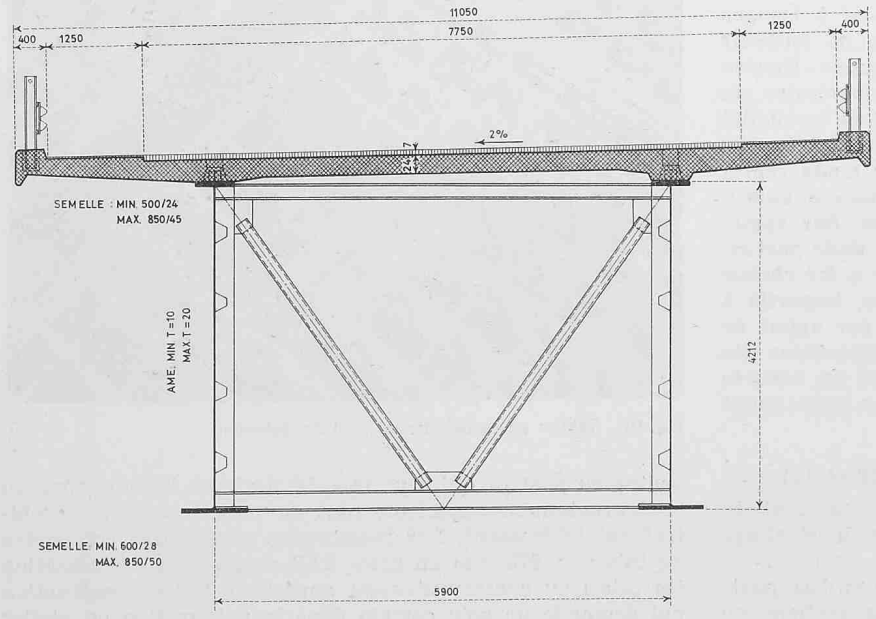


Fig. 18. Pont de la Madeleine sur la Sarine, à Fribourg
Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S. A., Vevey

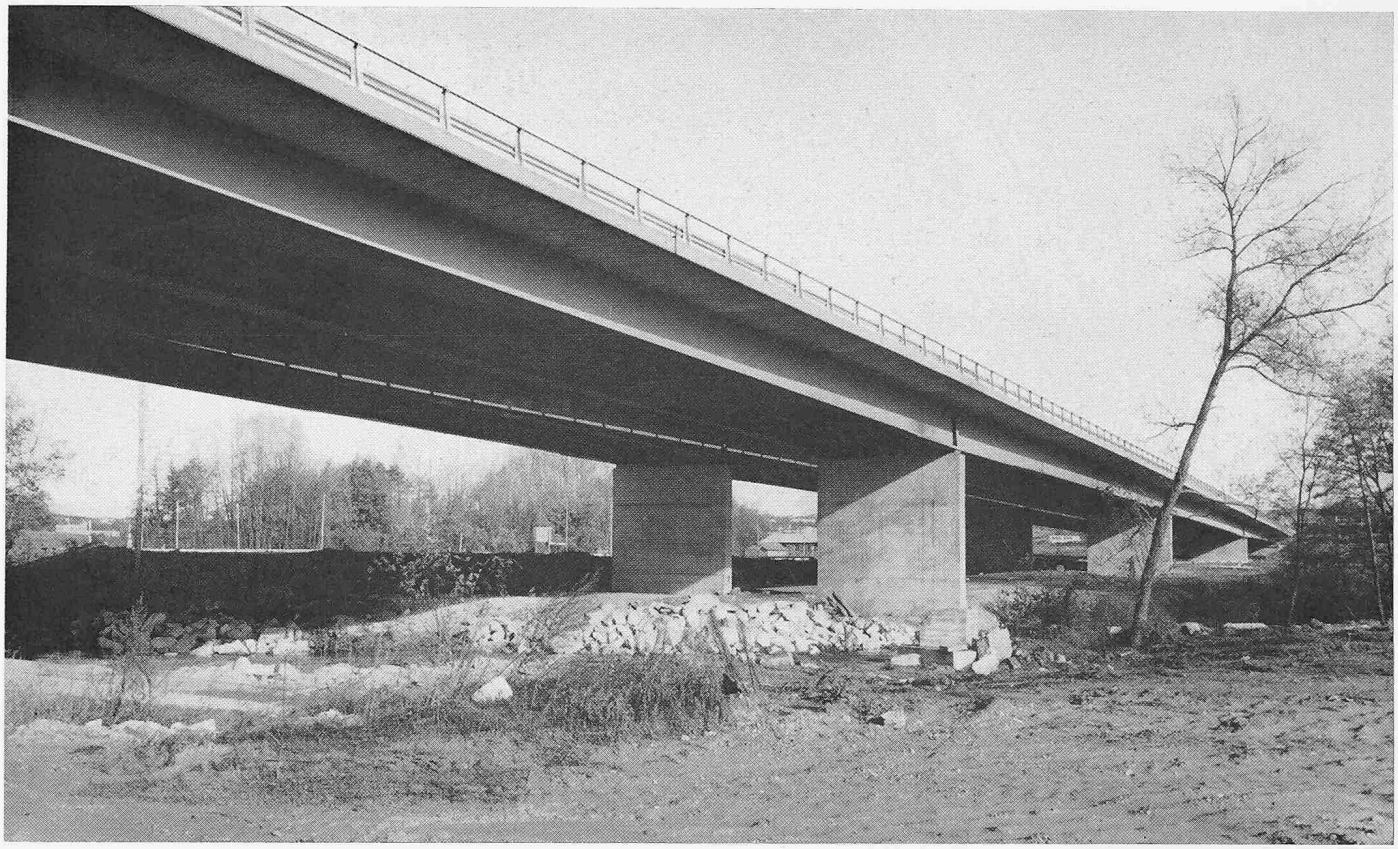
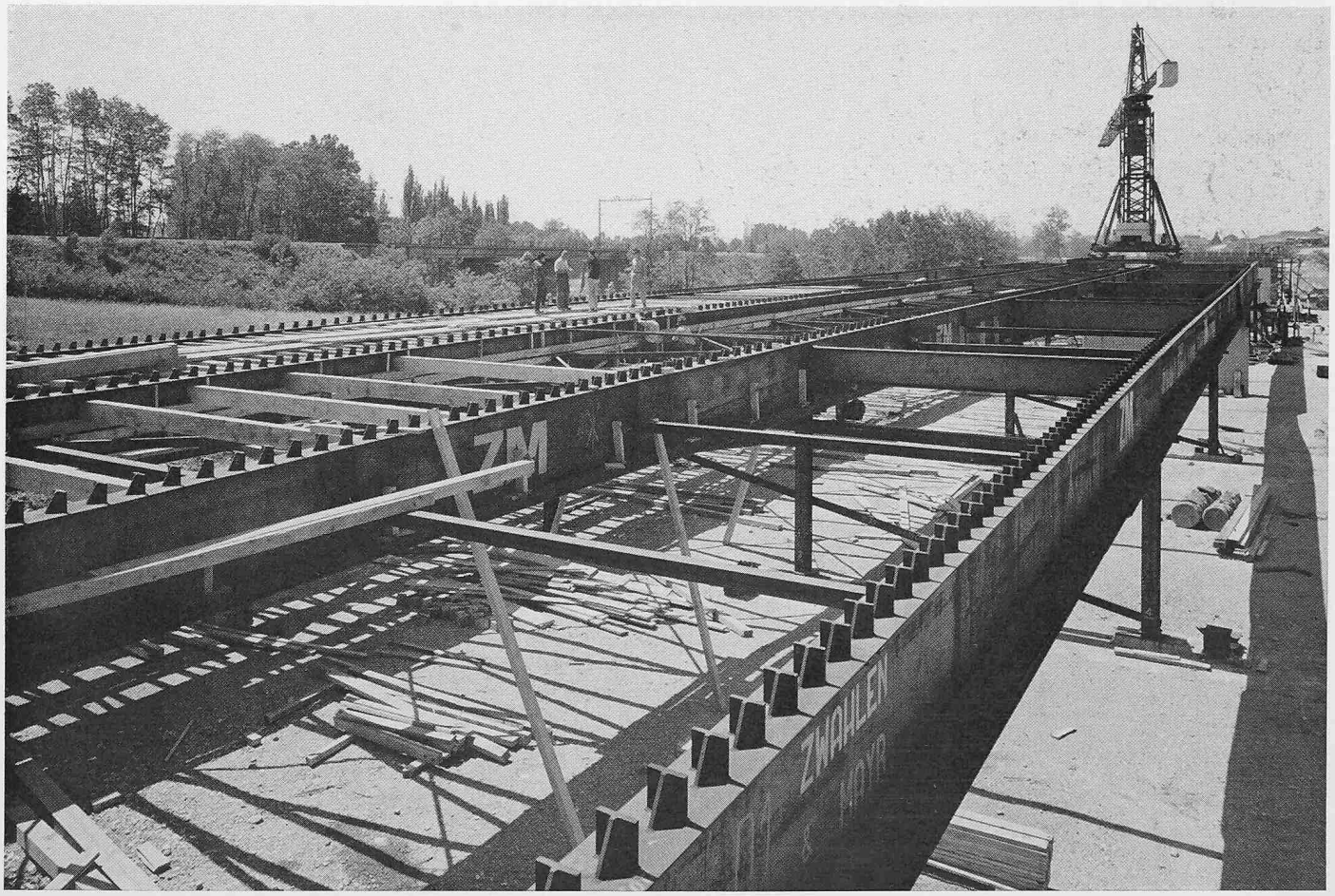


Fig. 5 et 6. Pont sur la Venoge pour l'autoroute Genève—Lausanne

Zwahlen & Mayr S. A., Lausanne



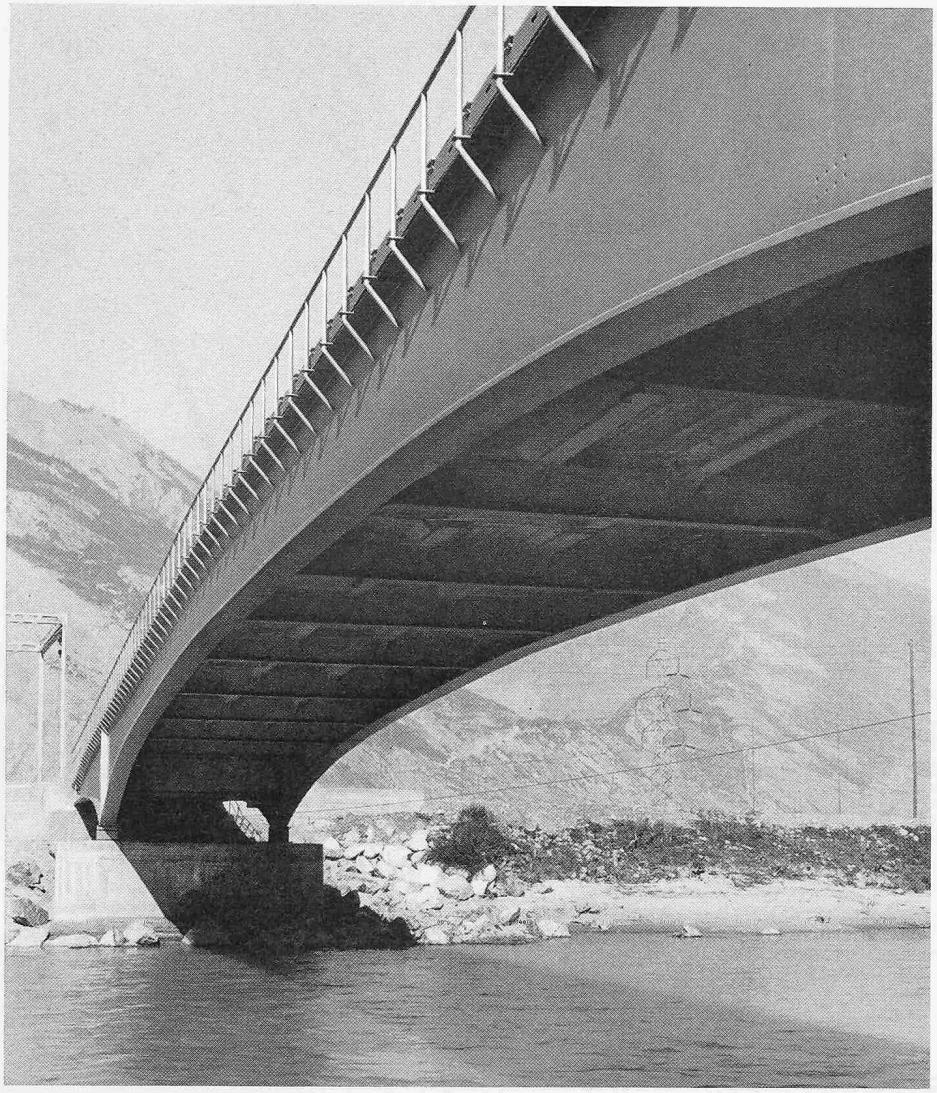
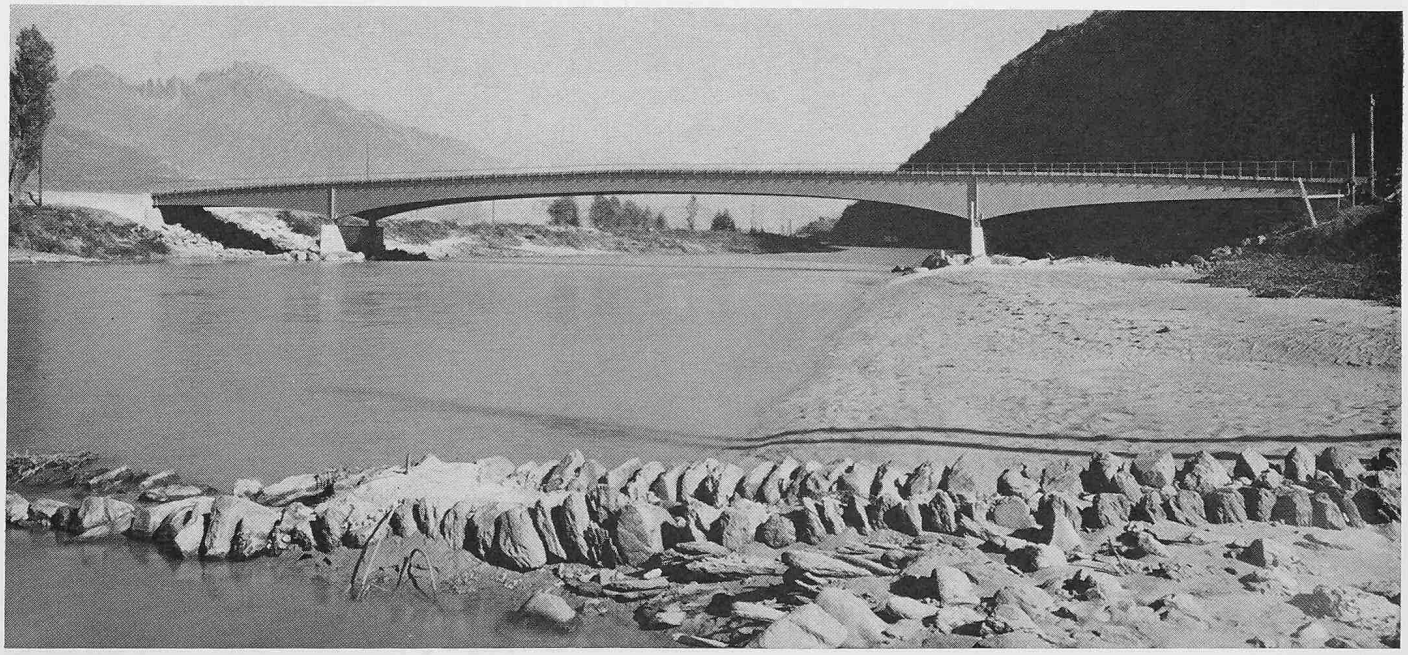
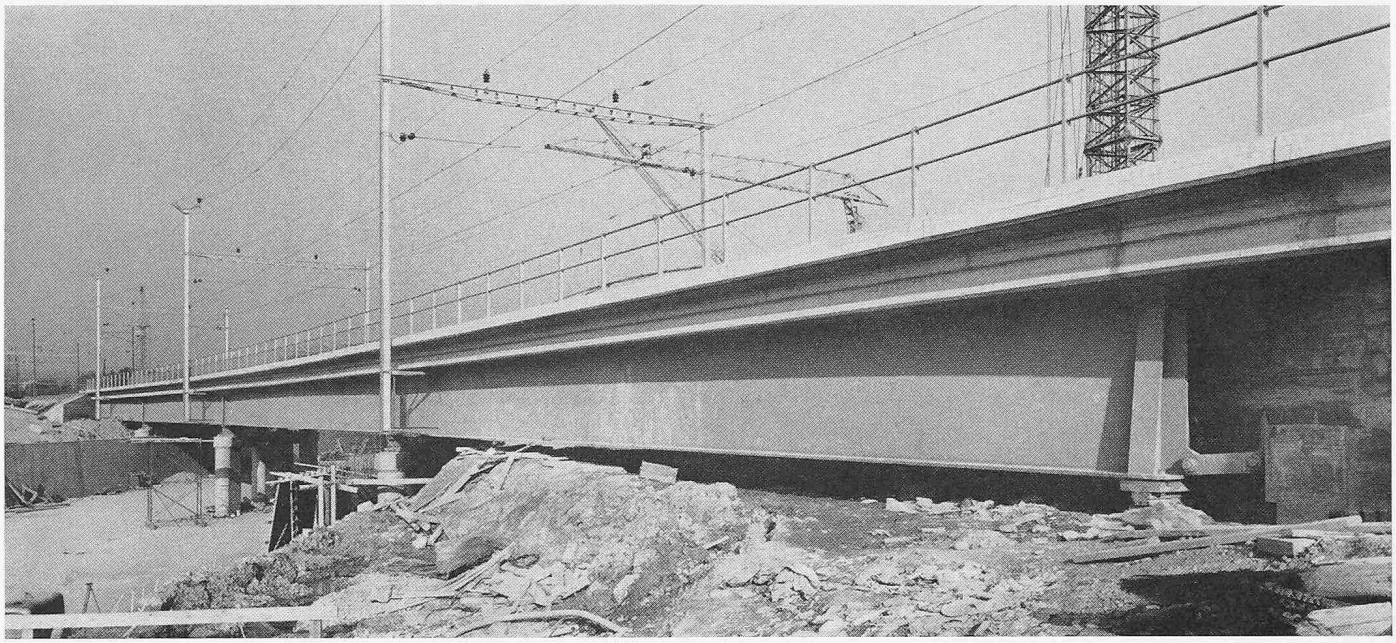


Fig. 1 et 2. Pont de Chamoson sur le Rhône
Zwahlen & Mayr S. A., Lausanne





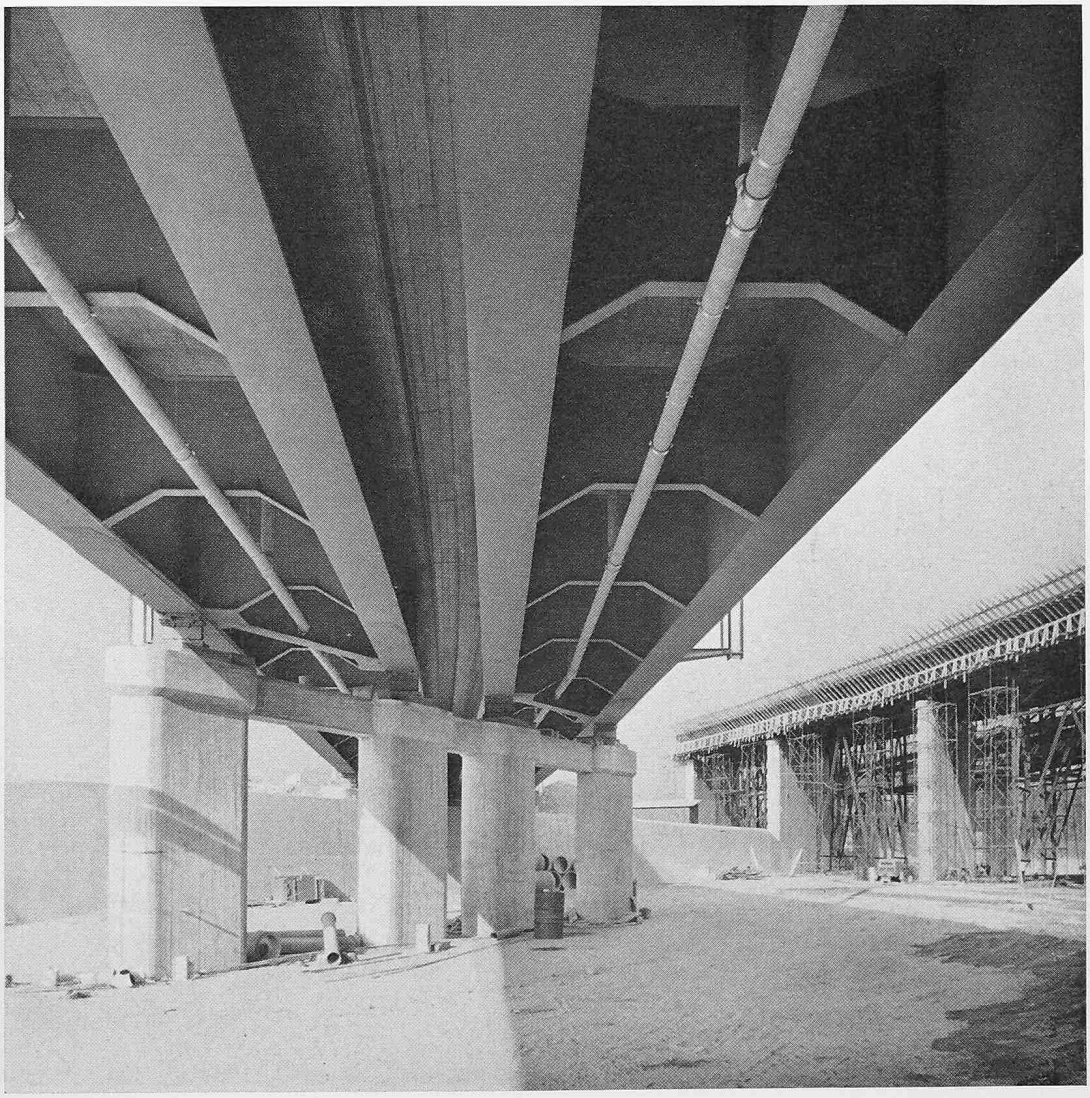
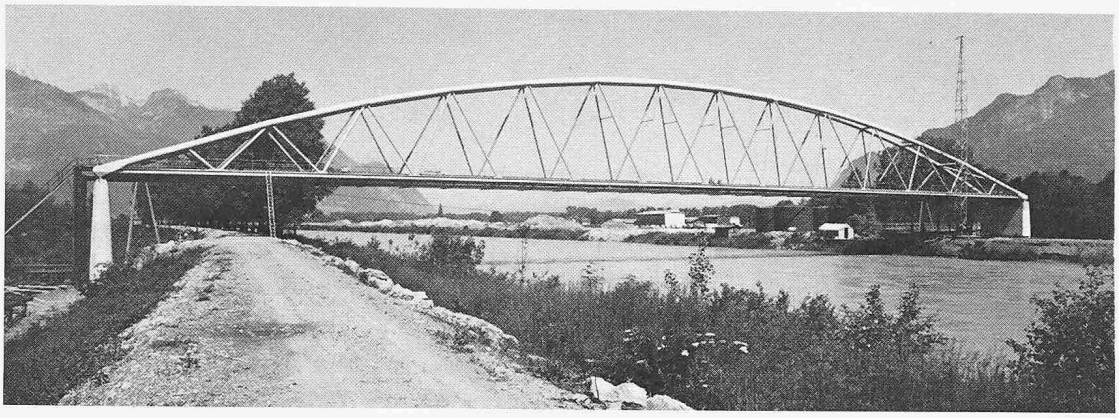
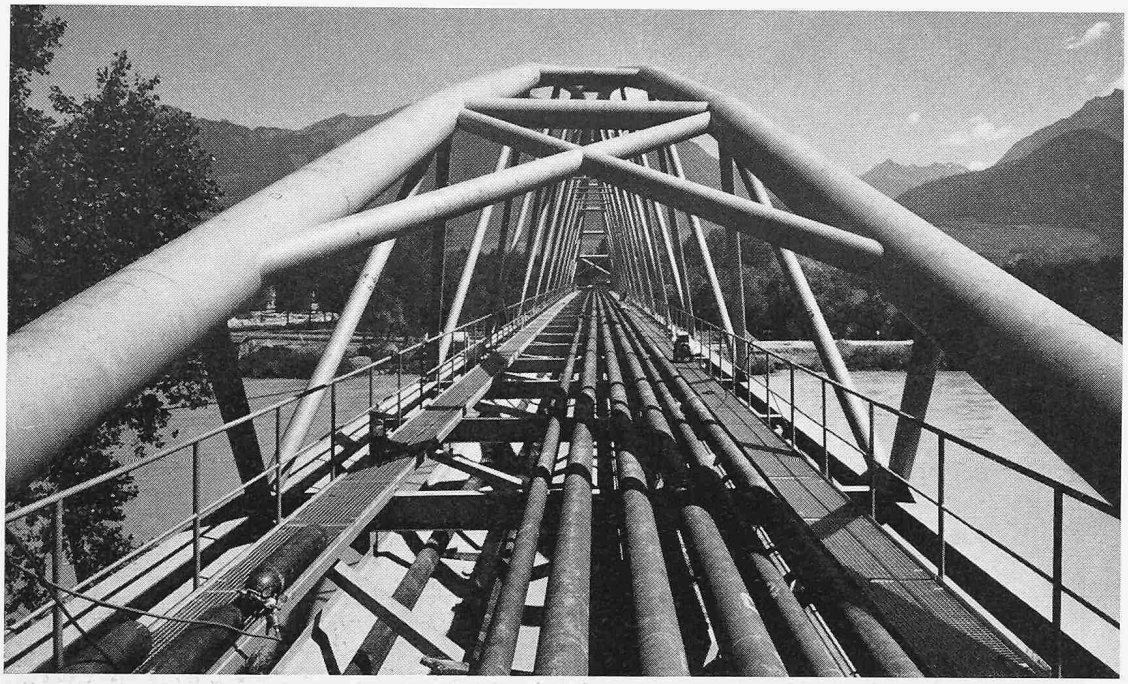


Fig. 13 et 14. Ponts des Larges-Pièces, ligne Lausanne — Genève des CFF
Zwahlen & Mayr S. A., Lausanne





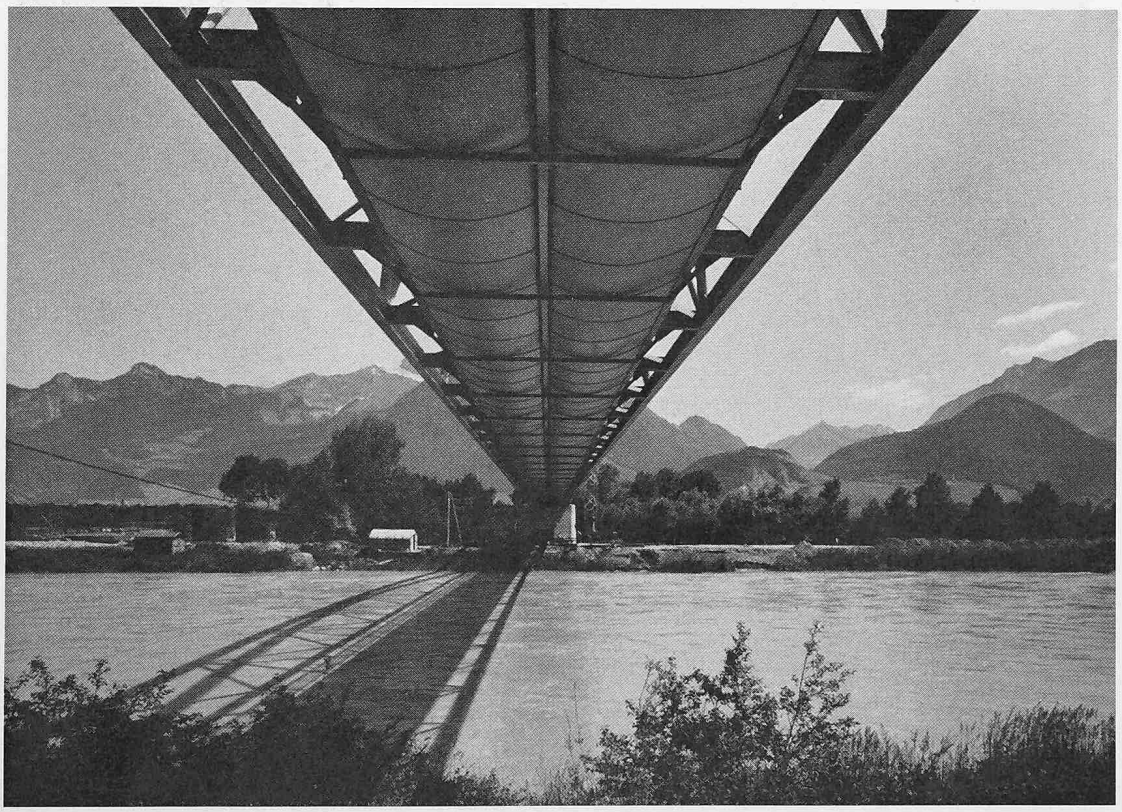


Fig. 15, 16 et 17. Pont des Raffineries du Rhône S. A. Giovanola Frères S. A., Monthey

ter le treillis supérieur. Le pont est sur appuis fixes sur piles en raison de la souplesse de ces dernières. Sur les culées le pont repose sur des appuis mobiles mais le tablier est fixé à la culée rive gauche de telle sorte qu'à cet endroit le rouleau se déplace uniquement par l'effet de la rotation. Cette solution a été adoptée car les piles ne peuvent absorber le freinage et leur longueur de flambage doit être diminuée. Une autre raison réside dans le fait que les piles ne pourraient pas suivre les dilatations dues à la précompression par dénivellation sur piles. Pendant cette opération il faut que le point de deplacement nul soit au milieu de l'ouvrage d'ou les deux appuis mobiles aux extrémités pendant le montage, puis liaison de la dalle avec la culée pour la mise en service.

La dalle de l'ouvrage est composée d'éléments préfabriqués de 2 m de longueur. Sur pile ces éléments seront doublement précontraints longitudinalement: une première fois par câble (1600 t par pont) avant liaison de la dalle avec les poutres, puis, cette liaison effectuée, par dénivellation de 1,6 m sur pile, la construction métallique ayant été préfléchie de la même quantité.

La méthode choisie ici représente incontestablement l'avenir pour les constructions mixtes et il sera intéressant de rapporter sur l'exécution des travaux.

Der neue Rangierbahnhof Lausanne

DK 656.21

Der heutige Rangierbahnhof Renens

Im Jahre 1876, 20 Jahre nach Beginn des Eisenbahnbaues, wurde in 4 km Entfernung von Lausanne, auf dem offenen Lande bei dem Dörfchen Renens, das damals kaum 450 Einwohner zählte, der Hauptrangierbahnhof der welschen Schweiz erbaut. Dank seiner günstigen Lage am Kreuzungspunkt der Linien Genf-Bern-Zürich, Lausanne-Biel-Basel und Vallorbe-Brig-Simplon gewann der Rangierbahnhof ständig an Bedeutung; in den Jahren 1890, 1902 und 1909 musste er vergrössert werden. Der Standort war im Jahre 1876, als

Bild 1. Blick aus Nordosten auf das Autobahndreieck bei Ecublens. Photo Yves Debraine, Le Mont sur Lausanne

1 SBB Richtung Renens—Lausanne
2 SBB Richtung Bussigny—Vallorbe und Yverdon
3 SBB Richtung Denges/Echandens—Genf
4 SBB Verbindung Bussigny—Denges/Echandens
5 bis 9 Fahrbahnen des Autobahndreiecks der N 1 bei Ecublens
10 Ueberführungen der SBB über die Autobahn (Larges Pièces)
11 Brücken der SBB über die Venoge
12 Brücke der Autobahn über die Venoge
13 Baustelle der Einfahrgruppe des Rangierbahnhofes Lausanne-triage, zwischen der Venoge und Denges (13 Gleise)
14 Baustelle der Zugbildungsgruppe des Rangierbahnhofes Lausanne-triage, zwischen Denges und Lonay (45 Gleise)
15 Morges