Pont en bois sur le Rhône entre Lavey et Saint-Maurice

Autor(en): **Marguerat, Léon**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **67 (1941)**

Heft 24

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-51351

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

67e année 29 novembre 1941 N° 24

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 13.50 francs
Etranger : 16 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 11 francs
Etranger : 13.50 francs
Prix du numéro :
75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. Neeser, ingénieur, à Genève ; Vice-président : M. Imer, à Genève ; secrétaire : J. Calame, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; *Vaud :* MM. F. Chenaux, ingénieur ; E. Elskes, ingénieur ; Epitaux, architecte ; E. Jost, architecte ; A. Paris, ingénieur ; Ch. Thévenaz, architecte ; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur ; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte ; R. Guye, ingénieur ; A. Méan, ingénieur ; *Valais :* M. J. Dubuis, ingénieur ; A. de Kalbermatten, architecte.

Rédaction : D. Bonnard, ingénieur, Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Publicité :
TARIF DES ANNONCES
Le millimètre (larg. 47 mm.) 20 cts.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Rabais pour annonces répétées.
ANNONCES-SUISSES S. A.
5, Rue Centrale,
LAUSANNE
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Stucky, ingénieur, président ; M. Bridel ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer.

SOMMAIRE : *Pont en bois sur le Rhône entre Lavey et Saint-Maurice*, par M. Léon Marguerat, ingénieur, à Lausanne. — *Comparaison du coût de transmission d'énergie à grande distance par courants continu et alternatif*, (suite et fin). — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : Communiqué du Secrétariat. — Groupe professionnel des architectes pour les relations internationales. — Extrait du procès-verbal de la 4me séance du comité central du 3 octobre 1941 et du procès-verbal de la 5me séance du comité central du 17 octobre 1941.* — Bibliographie. — Communiqué. — Carnet des concours. — Service de placement.

Pont en bois sur le Rhône
entre Lavey et Saint-Maurice

par Léon MARGUERAT, ingénieur, à Lausanne.

Au printemps 1917, une compagnie de sapeurs édifiait sur le Rhône un pont en bois qui devait relier directement Lavey à Saint-Maurice. C'était une poutre à treillis (Howe) théoriquement continue (3 travées), aux diagonales comprimées et contre-diagonales en bois et aux montants tendus en aciers ronds.

Un tel système est par lui-même déjà très déformable, à cause du grand nombre d'assemblages. Le bois employé — en bonne partie du mélèze du Valais — n'était pas suffisamment sec et le pont, non couvert, était exposé à toutes les intempéries. Il s'ensuivit une rapide détérioration de l'ouvrage. Au début de 1939, il présentait un tel aspect de vétusté que les Départements vaudois et valaisan des Travaux publics décidaient de le remplacer.

Avant-projets.

Trois avant-projets furent établis, bien entendu sur les mêmes bases (largeur de chaussée, surcharges) :

1. *Pont en acier* ; en grande partie soudé, deux poutres maîtresses continues à âme pleine de hauteur constante, chaussée en béton sur entretoises métalliques à la partie inférieure des poutres, trottoirs intérieurs. L'avantage de cet ouvrage était sa légèreté qui permettait de réutiliser les palées et les fondations.

2. *Pont en béton armé* ; trois poutres maîtresses continues de hauteur variable, chaussée supérieure, trottoirs en léger portafaux. Le béton armé est lourd ; un sérieux renforcement des fondations des palées devenait nécessaire ; il était dès lors préférable d'abandonner les palées existantes et leurs fondations et de recourir à des fondations nouvelles ; cela permettait de choisir des ouvertures répondant mieux aux enveloppes des moments de la poutre continue.

3. *Pont couvert en bois* ; trois travées simples s'appuyant sur les culées et palées existantes ; les palées et leurs fondations devaient être renforcées.

Au printemps 1939, lorsque ces avant-projets furent étudiés, le prix de l'acier avait déjà augmenté. L'importance des fondations renchérissait beaucoup, d'autre part, la construction en béton armé. La comparaison des devis fut donc favorable au bois et la construction du pont en bois fut décidée.

Caractéristiques du pont.

Le pont de Lavey (voir fig. 1) a 3 travées ; deux travées de rive de 21 m et une travée centrale de 22 m. Les anciens appuis, culées et palées, sont réutilisés. Les poutres maîtresses, au nombre de deux, sont discontinues ; quelques éléments tels que le tablier, la membrure supérieure, la toiture, etc., assurent la rigidité longitudinale sans cependant créer une continuité appréciable d'une travée à l'autre.

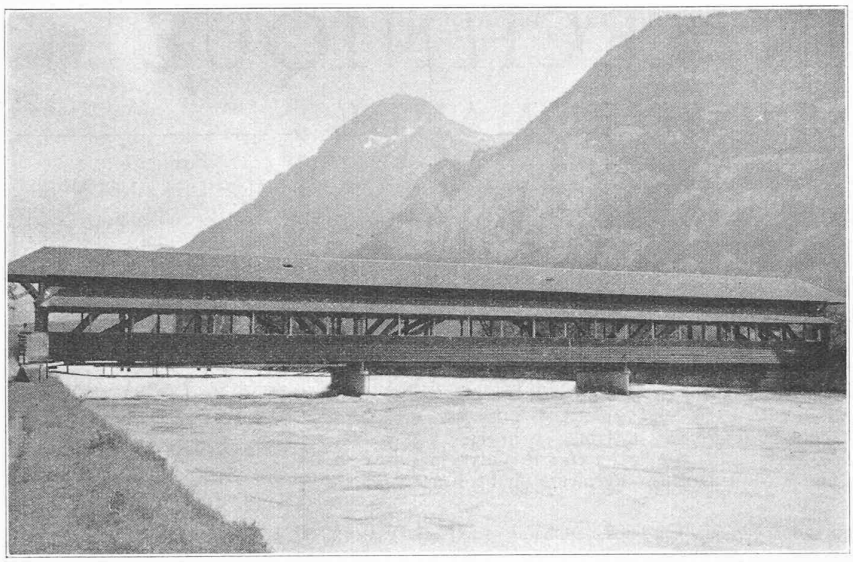


Fig. 1. — Le pont vu de l'aval. N° 5691 AC F 3. 10. 1939.

L'ouvrage comprend une chaussée à voie unique, de 3,05 m de largeur utile et deux trottoirs de 1,25 m ; les trottoirs sont à l'extérieur des poutres principales, sur le portafaux des entretoises. Les dimensions et les sections des pièces ressortent des diverses figures.

Le calcul est basé sur les surcharges suivantes : 2 camions de 13 t, surcharge de $(500 - 2 \times l)$ kg/m² sur les trottoirs, neige et vent d'après l'Ordonnance fédérale de 1935. Les sollicitations admissibles et les majorations pour effets dynamiques sont tirées des Normes provisoires de 1936 pour les constructions en bois.

La construction est presque entièrement en sapin du Jura, à l'exception des platelages qui sont en mélèze et de quelques plots d'appui en chêne. Tous les bois sont taillés « hors cœur ».

Tablier. Le tablier est constitué par un platelage supérieur longitudinal de 12 cm d'épaisseur, un platelage transversal de 8 cm, des longerons et des entretoises. Ces divers éléments sont calculés comme poutres continues sur appuis élastiques d'après la méthode mise au point par M. le professeur Hübner. Les résultats de l'essai à la surcharge ont démontré une fois de plus l'exactitude d'un tel calcul.

Les entretoises s'appuient sur le tirant suspendu lui-même aux montants.

Poutres principales. On a repris un ancien type de construction, à contrefiche double, beaucoup moins déformable que les systèmes plus modernes où les assemblages sont nombreux. Les nœuds sont plus faciles à réaliser et les excentricités des barres peuvent être éliminées en grande partie.

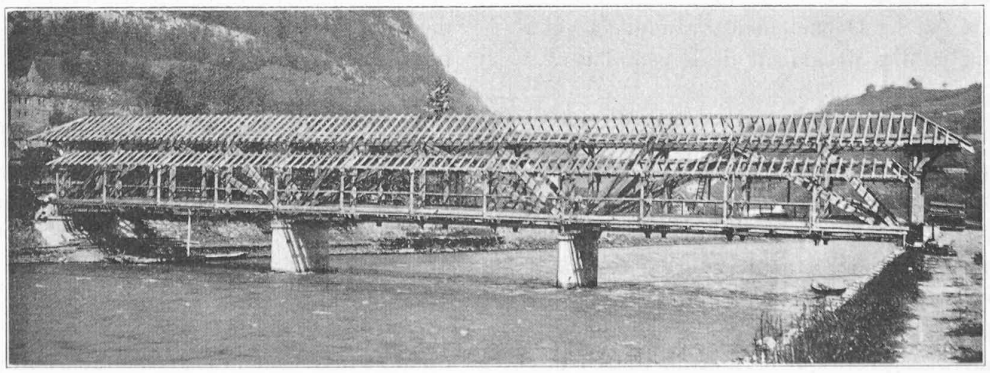
La hauteur théorique des poutres est de 5,50 m, ce qui leur assure une bonne rigidité. Les charges sont transmises par les montants aux nœuds supérieurs. La résultante des composantes horizontales des efforts dans les contrefiches est équilibrée dans un tirant ; la transmission se fait par l'intermédiaire de sabots en sapin (fig. 5 et 6).

Lorsque les sections ne pouvaient être obtenues « hors cœur » d'une seule venue, on a prévu des pièces jumelées (contrefiches, sabots).

Le tirant est élargi au droit des culées et des palées de manière à présenter une surface d'appui suffisante. Dans les assemblages soumis à la traction on a abandonné le système des entailles et redans à angle droit car le contact n'y est jamais parfait, surtout lorsque les surfaces sont nombreuses ; il en résulte de grandes déformations. Les assemblages prévus ici sont munis de surfaces inclinées mettant les boulons en traction. (Voir suspension des montants et joint du tirant, fig. 4 et 7.)

On a donné à chaque travée une contre-flèche de 5 cm, soit environ $^1/_{400}$ de la portée.

Contreventements et raidissements. Les efforts latéraux sont supportés essentiellement par les éléments les plus rigides, c'est-à-dire par les cadres transversaux (montants principaux et fermes de la toiture) et par le tablier. Deux contreventements ont été cependant prévus, l'un sous les entretoises, l'autre entre les pannes sablières, dans



N° 5691 AC F 3. 10. 1939

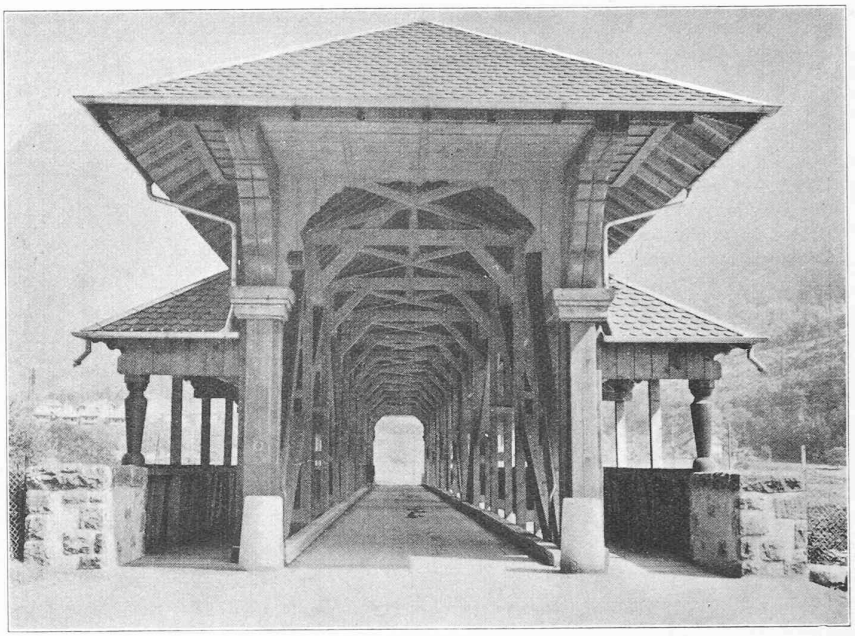
Fig. 12. — Vue de l'amont. Charpente terminée, échafaudage enlevé.

le but surtout d'avoir une rigidité suffisante au montage (voir fig. 11).

Les efforts dû au vent sont ensuite remis aux appuis par un système de contrefiches. (Voir coupe sur palée, fig. 4.)

Toitures et protections. Les toitures sont en tuiles posées sur voligeage. Des lambrissages ferment l'espace compris entre les deux toitures ainsi que les trottoirs jusqu'à 1 m de hauteur; la protection contre la pluie est ainsi très bonne. On a pu se contenter de passer au carboniléum les seules parties encore exposées : lambrissages, potelets des trottoirs, entrées du pont. Tous les accessoires métalliques ont été peints.

Architecture et décoration. La question architecturale fut traitée *in extremis* à la demande de la commune de Saint-Maurice. Le lt-col. Baumann pour l'armée et les architectes cantonaux MM. Virieux et Schmid voulurent bien s'en charger. Tous les bois étant déjà débités, les possibilités étaient réduites. La commission fit donc de son mieux et, par quelques coups de pouce heureux, réussit à donner à l'ouvrage un caractère moins sévère. C'est à elle que l'on doit notamment les pans coupés des toitures, les poteaux tournés aux extrémités des trottoirs, la décoration des portiques, les murs-bahuts et les boute-roues (voir fig. 1 et 2). Nous remercions sincèrement MM. les architectes et tout particulièrement le lt.-col. Baumann pour le parfait esprit de collaboration et de compréhension dont ils firent preuve dans ce travail.



N°5 691 AC F 3. 10. 1939

Fig. 2. — Entrée du pont, côté St-Maurice.

Fondations.

L'ancienne passerelle était fondée sur des pieux en mélèze, battus dans un terrain de gravier parsemé de gros blocs. Chaque culée reposait sur 10 pieux de 25 cm environ de diamètre foncés à une profondeur moyenne de 1,80 m, ce qui suffisait pour le nouvel ouvrage.

Les palées, par contre, ne possédaient chacune que 2 groupes de 3 pieux, soit 6 pieux de 30 à 35 cm de diamètre descendus à 2,20 m en moyenne. Un renforcement de la fondation s'imposait. On adjoignit à chaque groupe de 3 pieux en bois un pieu en béton Φ 40 cm système « Froté », foncé à 3,00 m environ ; il est placé à 1,50 m de l'ancien groupe, vers l'extérieur du pont, dans l'axe de la palée (fig. 8). Les parts de charge respectives furent déterminées en fonction des déformations des deux systèmes.

Culées et palées.

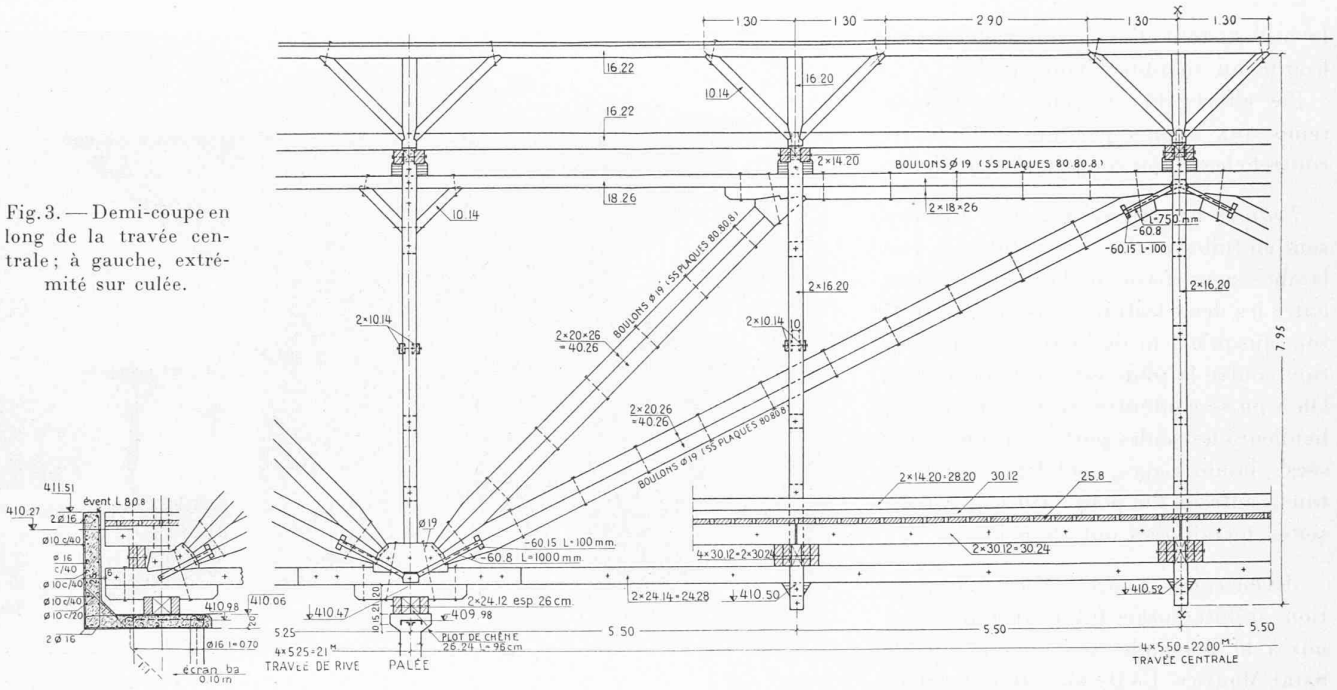
Les culées étaient trop étroites pour recevoir le nouveau pont. On coula un nouveau banc d'appui en béton armé (voir fig. 3) dépassant en portafaux ; des écrans en béton armé donnent à la culée, dont le couronnement seul est élargi, l'aspect d'une culée massive.

Les anciennes palées étaient en acier ; il aurait fallu les renforcer, les élargir et les modifier pour obtenir une liaison sûre avec les nouveaux pieux et une bonne surface d'appui au sommet. On les enroba tout simplement dans du béton, dont on limita l'épaisseur à 30 cm de manière à modifier le moins possible le régime de l'écoulement de

N° 5691 AC F 3. 10. 1939

Fig. 11. — Entrée du pont, côté Lavey.

Fig. 3. — Demi-coupe en long de la travée centrale ; à gauche, extrémité sur culée.



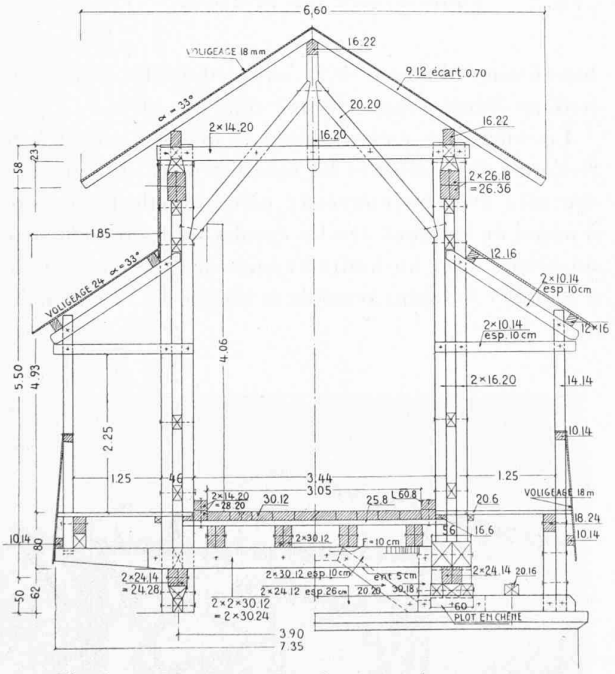


Fig. 4. — Coupe transversale ; à gauche, en travée ; à droite, sur palée.

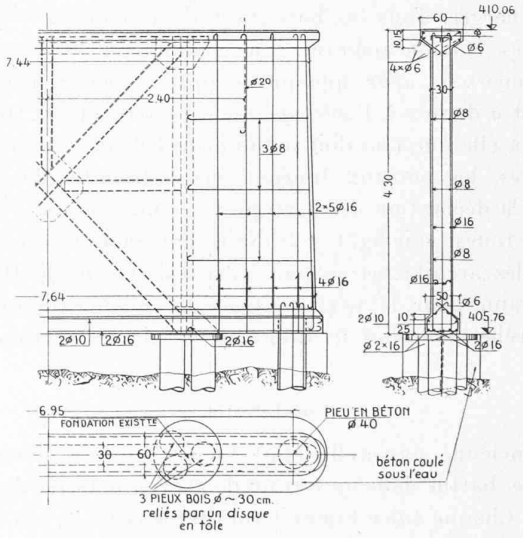


Fig. 8. — Palée.

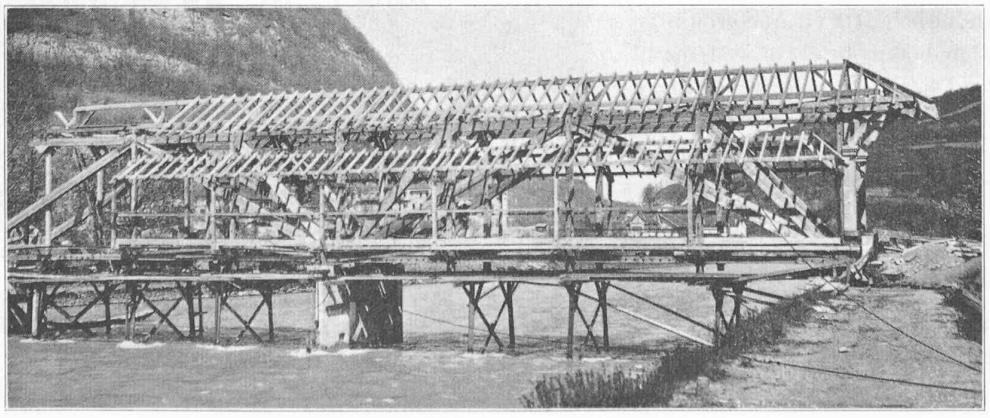


Fig. 10. — Charpente de la travée Lavey terminée ; montage de la travée centrale.

N° 5691 AC F 3. 10. 1939

l'eau et le débouché. Toutes les têtes de pieux furent noyées dans un massif de béton coulé sous l'eau (voir fig. 8).

Exécution des travaux.

Les travaux de charpente, ainsi que la démolition de l'ancienne passerelle, furent adjugés à l'entreprise Peter et Cadosch, à Bex ; le renforcement des fondations et les travaux de bétonnage, à la maison Losinger.

L'exécution, prévue pour l'automne 1940, fut renvoyée pour diverses raisons au printemps suivant. Cela ne valait que mieux pour le bois qui, abattu en janvier-février 1940, put ainsi sécher à l'air pendant un peu plus d'une année.

Les travaux commencèrent le 15 mars 1941. Les pieux en béton furent foncés depuis la passerelle existante (fig. 9). Le charpentier installa son échafaudage sous la passerelle, sur des pieux en bois et des rails qu'il battit lui-même. Il passa alors à la démolition de l'ancien ouvrage, puis au montage des nouvelles poutres maîtresses, de la charpente et enfin du tablier (voir fig. 10 .

Le fonçage des pieux « Froté » offrit quelques difficultés dans ce terrain ; il fallut trépaner bien des blocs, ce qui ralentit un peu les travaux.

Le 20 mai, le sapin traditionnel était hissé sur la charpente terminée (voir fig. 12).

Coût de l'ouvrage.

Le pont comprend 240 m³ de bois. Le poids mort est de 3T,2 par mètre courant de pont, couvertures comprises.

Le coût total s'est élevé à Fr. 84 600 qui se subdivisent de la manière suivante :

Construction en bois, ferrures comprises, et démolition de la passerelle	Fr.	51 100
Renforcement des fondations, bétonnage des palées et culées	»	16 100
Couverture tuile et accessoires	»	9 800
Décoration	»	4 950
Frais d'études et divers . . .	»	2 650

Ce qui donne comme moyenne par mètre cube de bois :

1. Tous les frais : $\frac{84\,600}{240} =$ Fr. 352 le m³

2. Sans les renforcements des fondations et travaux de bétonnage :

$$\frac{68\,500}{240} = \text{Fr. } 285 \text{ le m}^3$$

y compris la démolition de l'ancient pont.

Résultats des essais.

Essais sur éprouvettes. Des essais à la traction, à la compression et au cisaillement ont été faits au Laboratoire d'essai des matériaux de *L'Ecole d'ingénieurs de Lausanne* sur quelques éprouvettes prélevées dans différentes pièces. Les moyennes des résultats furent les suivantes :

Résistance à la compression :	318	kg/cm²
» à la traction :	552	»
» au cisaillement :	60	»

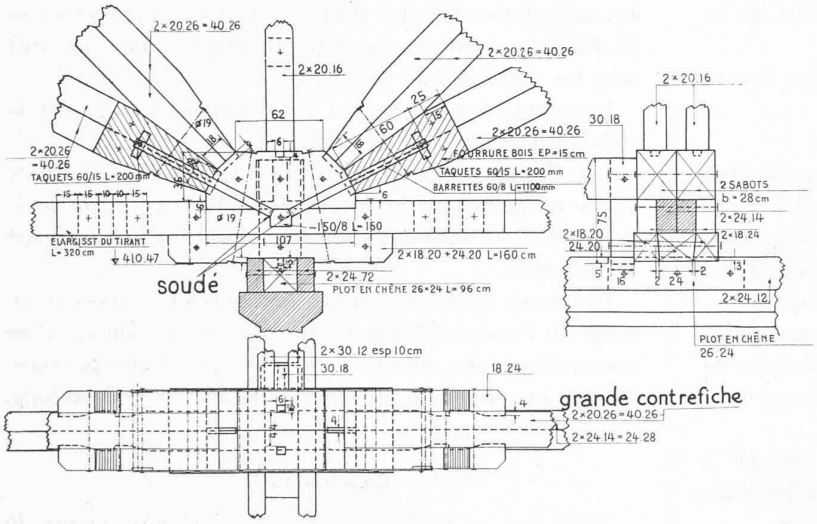


Fig. 5. — Retombée des contre-fiches sur palée.

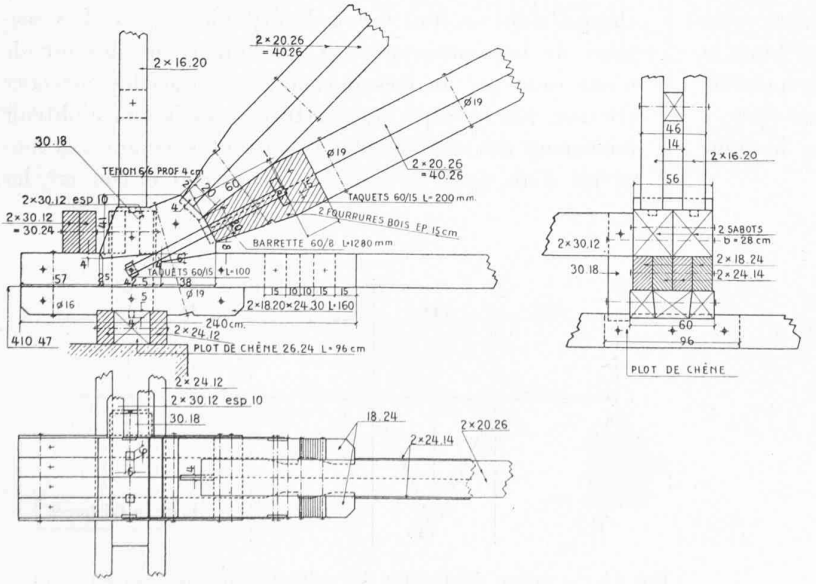


Fig. 6. — Retombée des contre-fiches sur culée.

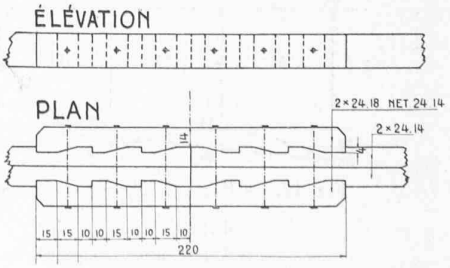


Fig. 7. — Joint du tirant.

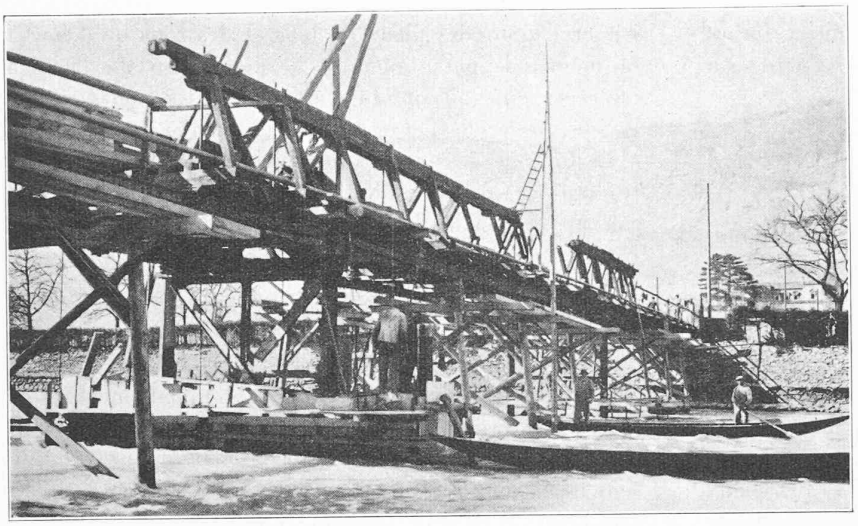


Fig. 9. — Fonçage d'un tube « Froté » et démolition de l'ancienne passerelle.
N° 5691 AC F 3. 10. 1939

Par rapport à ces valeurs, le degré de sécurité de la construction serait donc de 5 environ.

Le degré d'humidité moyen en % du poids sec fut de 11,2 %.

Essai à la surcharge. Un essai à la surcharge fut effectué le 15 juillet 1941 sous la direction de M. le professeur Hübner. On mesura les sollicitations dans deux longerons, dans une entretoise et dans les divers éléments d'une poutre principale (contrefiches, membrure supérieure, tirant). On releva également les flèches permanentes et les flèches élastiques au milieu des poutres maîtresses de la travée Saint-Maurice ainsi que les allongements dans un joint du tirant.

On utilisa pour ces essais 2 camions, l'un de $13^T,7$ ($9^T,7 + 4^T,0$) l'autre de $13^T,6$ ($10^T,0 + 3^T,6$) répondant assez bien aux dimensions des camions théoriques.

La surcharge prévue pour les trottoirs étant relativement importante, d'autant plus que les trottoirs sont en portafaux, on procéda également à un essai sur cette partie du tablier. Des bâches furent disposées sur toute la longueur d'une travée, épousant aussi bien que possible les limites du trottoir ; la surcharge théorique de $(500 - 2 \times 21) \cong 450$ kg/m² fut obtenue avec une hauteur d'eau de 45 cm.

Les résultats ont justifié la méthode de calcul employée pour les éléments du tablier. Quelques petites différences apparaissent dans les parts de charge des longerons (voir fig. 13) ; elles proviennent de l'influence exercée par les garde-roues sur les longerons-bordure. La ligne d'influence des sollicitations dans les longerons est bien caractéristique d'une poutre continue sur appuis élastiques (voir fig. 14). La collaboration des platelages relève un peu l'axe neutre des entretoises (voir fig. 15). Dans les éléments des poutres principales la continuité du tablier et l'élasticité de l'ouvrage arrondissent les angles des lignes d'influence (voir fig. 16 et 17).

D'une façon générale, les maxima des sollicitations et des flèches ont atteint régulièrement les 80 % environ des maxima théoriques dans presque tous les éléments du pont.

Le tirant, par contre, est notablement soulagé par la collaboration de tout le tablier.

Les flèches permanentes après les essais furent de 7 mm au milieu de la travée Saint-Maurice — la seule mesurée — et de 6 mm aux deux points situés au quart de la portée.

Des essais de passage furent effectués à la vitesse maximum du camion (50 km/h) ; même à cette allure, on ne percevait aucune vibration de l'ouvrage, avantage considérable que donne le platelage supérieur disposé en long.

Conclusions.

Notre but, en rédigeant cette description sommaire du pont de Lavey, était de montrer qu'un pont-route en bois est très facilement réalisable même pour les fortes surcharges dont on doit aujourd'hui tenir compte. Les sections de bois nécessaires et les dimensions des nœuds n'ont rien que de très normal ; des procédés spéciaux (Hetzer, par exemple) permettraient au besoin d'obtenir facilement des sections plus importantes. Quant à la longévité d'un pont en bois bien construit et couvert, les

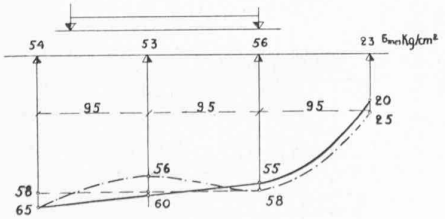


Fig. 13. — Parts de charge des longerons.

——— d'après calcul
— — — d'après σ mes. rapp. en %
·—·—·— probables d'après σ_{mes} avec I bordure > I central.

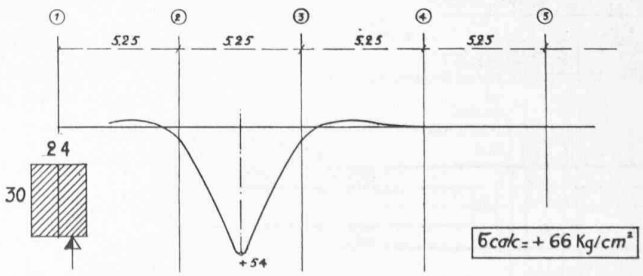


Fig. 14. — Ligne d'influence des sollicitations dans un longeron pour un essieu de 9,7 t, d'après mesures.

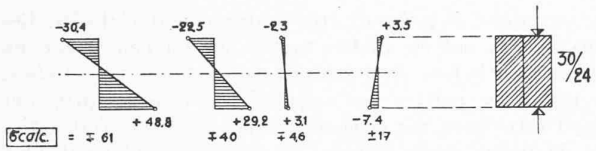


Fig. 15. — Sollicitations mesurées dans l'entretoise n° 2, côté Saint-Maurice.

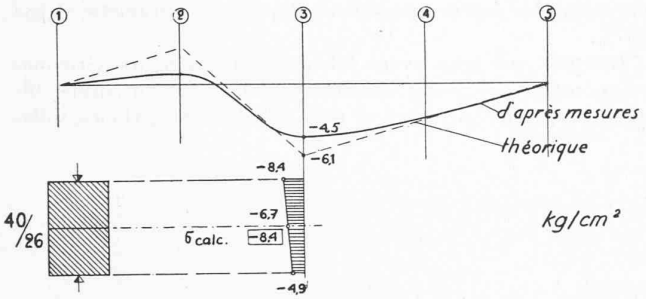


Fig. 16. — Lignes d'influence des sollicitations dans la grande contrefiche pour un essieu de 9,7 t. Diagramme pour la plus grande contrainte.

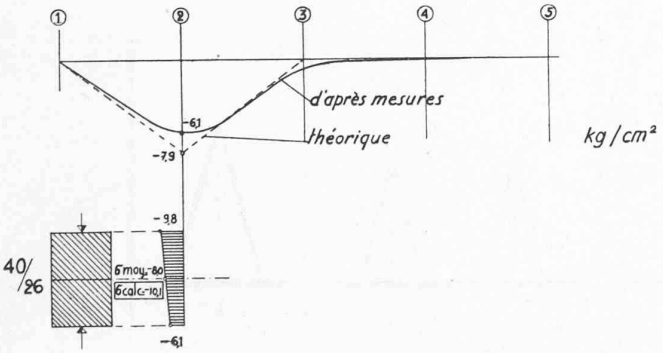


Fig. 17. — Lignes d'influence des sollicitations dans la petite contrefiche pour un essieu de 9,7 t. Diagramme pour la plus grande contrainte.

nombreux ouvrages vieux de plus d'un siècle et même de plusieurs siècles que l'on voit en Suisse en disent long à ce sujet.

Le canton de Vaud, pourtant très forestier, ne possède qu'un pont en bois ; encore est-ce exagéré puisque le pont de Lavey est à moitié valaisan. Nous espérons qu'avant peu d'années il ne sera plus seul.

Nous tenons, pour terminer, à féliciter le constructeur, M. A. Peter, charpentier à Bex, qui s'est acquitté de sa tâche en vrai maître de l'art.

Comparaison du coût de transmissions d'énergie à grande distance par courants continu et alternatif.

(Suite et fin).[1]

Nous achevons ici la publication de l'étude qu'a publiée M. Ehrensperger *au numéro d'octobre 1941 de la revue B. B. C., à Baden ; numéro entièrement consacré au problème du transport de l'énergie et sorti de presse à l'occasion du 50e anniversaire de la Société* Brown, Boveri et Cie.

Il ressort de ce qui précède qu'il est nécessaire, pour étudier la rentabilité de lignes de transmission d'énergie par courants alternatif et continu, d'examiner différentes dispositions. Dans le but de limiter au minimum le nombre de variantes, on a choisi celles représentées à la figure 1. En ce qui concerne les différentes caractéristiques de ces variantes, nous renvoyons à la légende de cette figure. On a choisi comme point de départ la ligne triphasée double *a*, à laquelle on compare la ligne double à courant continu *f*. On peut augmenter la sécurité de service de la transmission en subdivisant ces lignes doubles en deux lignes simples *b* et *g*, que l'on dispose sur deux lignes de pylônes indépendantes. Les variantes *c* et *h* représentent des lignes à coût réduit, à un seul circuit. Il est vrai que la variante *h* pour courant continu présente un supplément de sécurité par rapport à la variante *c*, par le fait que lorsqu'une perturbation se produit sur un conducteur de la ligne à courant continu, le conducteur sain peut être maintenu en service si l'on utilise la terre comme conducteur de retour. Cela conduit à la variante *i*, comprenant deux lignes indépendantes unipolaires qui, comme le cas *g*, est directement comparable à la variante *b* à courant triphasé. On a admis ici une nouvelle disposition avec suspension caténaire du conducteur au fil de terre [2]. La transmission à l'aide de deux systèmes biphasés *d* à phases indépendantes est aussi comparable aux variantes *b* et *i*. Nous avons admis dans nos calculs, pour la variante *d*, que chaque ligne fonctionne encore sans pertes par effet de couronne lorsqu'un conducteur de l'autre ligne est mis en permanence à la terre [3]. Cette hypothèse conduit à des diamètres de conducteurs très élevés et par suite à une augmentation correspondante du coût de l'installation. Il n'est évidemment pas absolument nécessaire de pousser aussi loin la limite à partir de laquelle les pertes par effet de couronne cessent de se manifester. Les hypothèses admises peuvent donc être considérées comme des cas extrêmes. Les calculs de la variante *e* à courant biphasé avec retour du courant du point neutre par la terre exigent un examen encore plus approfondi de la résistance du sol et des constantes de la ligne. Dans la variante *k*, avec retour permanent du courant par la terre, seule la résistance des électrodes importe (environ 1 ohm). A titre de comparaison, nous avons aussi considéré les variantes *l* et *m*, représentant une transmission par câble souterrain, le cas *l* comprenant deux circuits et un conducteur de réserve et le cas *m* un circuit et un conducteur de réserve. Si la comparaison entre les variantes *l* et *f* et les variantes *m* et *h* est possible au point de vue du nombre des circuits, elle n'en est pas moins incomplète, puisqu'elle ne tient compte ni de la différence dans la probabilité des perturbations selon qu'il s'agit de la ligne aérienne ou de la

[1] Voir *Bulletin technique* du 15 novembre 1941, page 267.

[2] « Application de la construction articulée aux lignes à très haute tension », *Revue B. B. C.*, octobre 1941, p. 287.

[3] « Réalisations modernes de transmission d'énergie électrique par courant alternatif », *Revue B. B. C.*, octobre 1941, p. 289.