Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 30 (1904)
Heft: 10

Artikel: Lignes suisses à travers les Alpes orientales
Autor: Bernhardt, Rob. / Reverdin, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24127

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: 09.12.2025

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

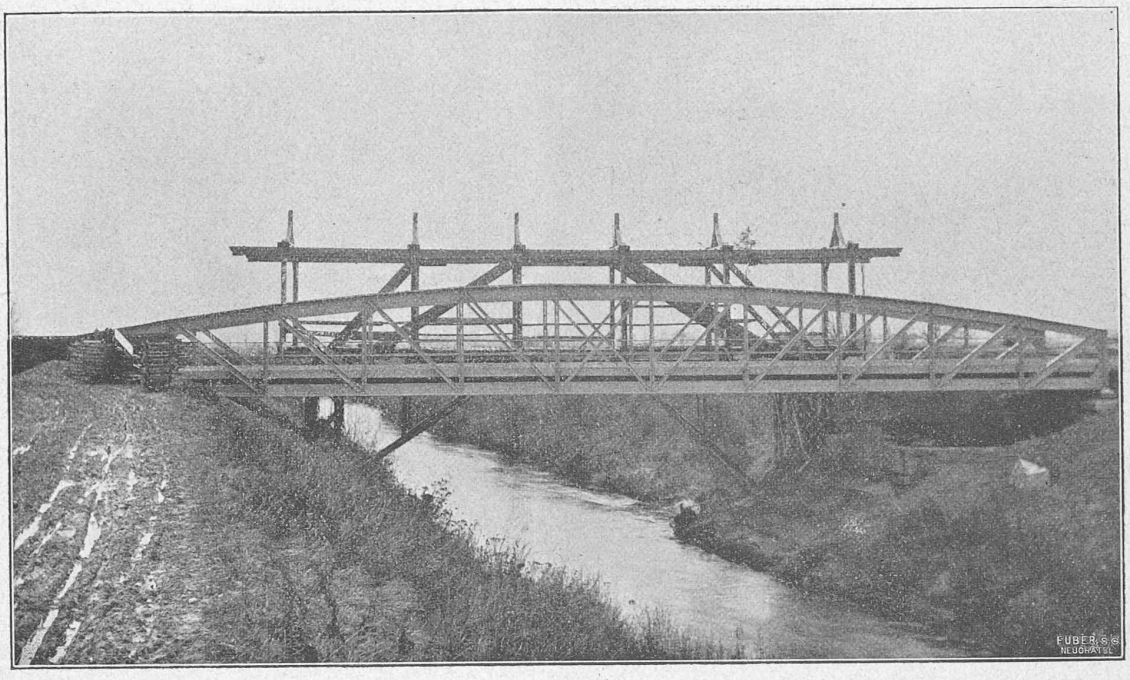

Fig. 6. — Pont métallique terminé.

fondations, y compris la couche de béton,	Fr. 12 781.55
B) Travaux exécutés à l'entreprise :	
a) Maçonnerie des culées à partir du niveau des basses eaux (entrepreneurs Rossi et Plancherel)	4 817.15
b) Echafaudage (entrepreneur A. Perrin)	2 500.—
c) Tablier métallique (Fabrique de machines Fribourg)	29 573.25
C) Divers	2 038.—
	Fr. 51 709.95
La correction des raccordements de la route au nouveau pont a coûté	2 545.—
Total des travaux du pont	Fr. 49 164.95

Il est à noter que l'entrepreneur disposait gratuitement des matériaux de l'ancien pont. Il avait à sa charge la démolition.

* * *

Le pont a été calculé pour supporter une charge uniformément répartie de 350 kg. par m² et une charge concentrée de 15 tonnes (poids d'un rouleau compresseur).

La chaussée du pont ayant une surface de 205 m², la charge uniformément répartie est de $205 \times 350 = 71\,750$ kilogrammes.

Cette charge a été obtenue au moyen d'une couche de gravier de 18 cm. d'épaisseur répandu uniformément sur toute la surface du pont. Elle représentait 38 m³ de gravier.

Au moyen de différentes pesées, le poids moyen du mètre cube de gravier a été admis à 1900 kg. ; les 38 m³ représentent donc un poids total de 72 200 kg.

La charge concentrée au milieu d'une entretoise a été obtenue au moyen de 4 wagonnets chargés de gravier, d'un tas de gravier et de 15 hommes, ce qui donne un poids total concentré de 10 700 kg. Cette charge sera difficilement atteinte dans la pratique, vu que le poids de 15 tonnes d'un rouleau compresseur se répartit sur 2 ou 3 entretoises.

Voici les résultats obtenus par ces charges : la charge uniformément répartie a produit une flexion des poutres de 7 mm. ; après l'enlèvement du gravier, le pont s'est relevé de 3 mm. ; il est donc resté une flexion permanente (tassement) de 4 mm.

L'entretoise soumise à l'effort de la charge concentrée a subi une flexion de 4,5 mm., mais cette flexion a disparu après l'enlèvement de la charge.

Lignes suisses à travers les Alpes orientales[1].

Par M. Rob. BERNHARDT.

(Suite) [2].

Projet Moser 1901, avec tunnel de base.

De toute part on cherche à améliorer les communications par chemins de fer, mais la nature des lignes du Gothard et du Brenner ne leur permettra pas de suivre cette progression, de sorte que la barrière des Alpes se trouvera à nouveau comme un obstacle.

Aussi a-t-on pensé que, grâce aux progrès dans la science du percement des tunnels, il vaudrait la peine d'établir le passage des Alpes orientales, en prévision de l'avenir, dans des conditions qui lui donnent une avance sur ses concurrents et le rendent possesseur d'une sorte de monopole. Cela pourrait être obtenu en perçant un tunnel plus bas et

[1] Reproduction interdite par l'auteur de l'article original.
[2] Voir N° du 10 mai 1904, page 201.

FIG. 2. — CARTE DES ZONES DE TRAFIC DES LIGNES DE CHEMINS DE FER CONSTRUITES OU PROJETÉES A TRAVERS LES ALPES SUISSES

Le trafic italien étant supposé concentré en un point situé près de Cremona.

I. Zone du Simplon (sans tenir compte du Lœtschberg). — II. Zone du Gothard. — III. Zone du Splügen, d'après le projet Moser 1901, avec tunnel de base (sans majoration de tarif pour le tunnel).

plus long, ce qu'il n'est pas possible de faire pour améliorer les deux anciennes lignes.

Cette idée doit être considérée aussi, malgré les difficultés de réalisation qu'elle peut présenter.

Tracé.

Il y aurait un tunnel de près de 40 km., allant de Sils, près de Thusis, jusqu'à la vallée de Mera. La déclivité de Coire au tunnel ne dépasserait pas 10 ‰, elle serait de 2 ‰ dans la moitié Nord du tunnel, de 8 ‰ dans la descente vers le sud, et de 15 ‰ sur 12 km. vers Chiavenna. Le sommet du tunnel se trouverait à l'altitude de 732 m. La longueur de Coire à Chiavenna serait de 82 km., dont 42 à ciel ouvert et 40 en tunnel.

Il n'est pas obligatoire que les difficultées rencontrées au Simplon par la haute température soient à redouter dans n'importe quel travail de ce genre, étant donné le rôle joué par la hauteur des masses couvrantes, et les sources chaudes, qui peuvent être un phénomène local.

Distances.

La longueur totale est de 12 km. inférieure à celle du projet de 1890, et la différence est plus sensible dans les distances virtuelles et de tarif. D'après nos calculs, on aurait :

Projet 1890, distance de tarif	142 km.,	dist. virt.	156 km.
» de base »	112 »	»	88 »
Différences »	30 »	»	68 »

M. l'ingénieur Moser trouve des chiffres un peu différents :

Projet 1890, distance de tarif	125 km.,	dist. virt.	157 km.
Projet de base »	85 »	»	88 »
Différences »	40 »	»	69 »

Cet écart provient de ce que nous avons admis une majoration aussi pour le tunnel, comme pour les parties en fortes rampes, pour tenir compte de la dépense exceptionnelle de cette partie de la ligne, en la calculant à 67 %, tandis que M. Moser se borne dans son calcul aux parties présentant des déclivités. Nous avons procédé ainsi par analogie avec le Gothard, ce qui nous paraît plus justifié.

Les diminutions de distances de tarif pour Coire, St-Gall et Zurich, dans leurs relations avec Milan, seraient, avec majoration pour le tunnel, de 225, 108 et 12 km. ou, sans cette majoration, de 252, 135 et 39 km.

On voit quelle influence importante a l'absence de rampes par rapport aux conditions de l'autre projet.

Zones.

On a établi les zones pour un certain nombre de centres d'Italie, et pour le centre théorique, et, suivant que l'on admet ou non la majoration de tarif pour le tunnel, celles-ci sont naturellement un peu différentes et cela surtout du côté Ouest.

Depuis le centre théorique, la limite occidentale passerait sans majoration par Olten, Belfort, Nancy, Bruxelles, ou avec majoration serait restreinte à Bâle, Strassbourg, Luxembourg, Aix-la-Chapelle, Rotterdam. La limite orientale passerait, dans les deux cas, par Landeck, Munich, Karlsbad, Görlitz, Königsberg.

Les surfaces des zones du projet 1890 et de celui de 1900 peuvent être représentées par la proportion de 2 à 3 environ. L'augmentation obtenue par le second projet est donc importante et justifierait celle de la dépense supplémentaire à prévoir pour le grand tunnel de base. M. Moser a estimé la dépense totale de construction à 200 millions, au lieu des 112 millions du projet de 1890.

Il a été enfin proposé une variante plaçant le tunnel entre Andeer et Callivagio, ce qui le ramènerait à 26 km. sans notable accentuation des rampes. Ce tracé devrait être étudié, car il réduirait les difficultés et la dépense.

La question du choix de l'un ou de l'autre des deux systèmes, entre le projet de 1890 ou les plus récents, n'est pas tranchée dans le travail de M. Bernhardt, dont le but est de présenter objectivement toutes les solutions.

C'est pourquoi à cette étude du Splügen, qui sera suivie de celle des variantes du Luckmanier et de la Greina, est ajoutée dans ce premier volume une partie traitant d'une ligne proposée par la Bavière pour relier ce pays à l'Italie sans passer par la Suisse, et que nous analyserons aussi brièvement.

Ligne du col de Fern et de l'Ortler.

Une ligne droite à vol d'oiseau, de Munich à Milan, passe par les deux points culminants qui donnent leur nom à cette voie ; celle-ci relierait Füssen ou Partenkirchen, en Bavière, avec Sondrio en Italie, et sa plus grande partie se trouverait en Tyrol.

Cette ligne comporte un premier tunnel de 15700 m. sous le col de Fern, à l'altitude de 900 m. environ, suit la vallée de l'Inn, emprunte la ligne de l'Arlberg de Imst à Landeck et, avec des rampes ne dépassant pas 10 ‰, atteint Pfunds à 1020 m. Là commencent des rampes de 25 ‰ pour passer la Malserhaide, où l'on monte à 1478 m., avec un développement en courbes de 7 km. La descente dans la vallée de Taufer, à 970 m., avec un développement de 12 km., et la montée du côté de l'Ortler, avec un développement de 4 km., ont des pentes de 25 ‰, et de même après le tunnel de Branlio, de 16 km. à l'altitude de 1280 m., pour la descente jusqu'à Tirano. De là à Sondrio la pente est de 3 ‰ seulement.

Les deux principaux tunnels sont à deux pentes de 2 ‰, avec leurs sommets au milieu. La longueur à construire serait de 242 km., dont 102 km. en déclivité de 25 ‰.

Le point le plus élevé se trouverait à 1478 m. ; le devis de la construction a été estimé par M. l'ingénieur Moser, qui a étudié ce tracé, à 250 millions de francs.

Le tableau suivant présente une comparaison des trois projets à considérer :

	Fern-Ortler	Splügen 1890	Splügen 1900
Longueur à construire . . .	225 km.	94	82
Devis, en millions de Fr. . .	250	112,5	200
Longueur des grands tunnels.	31,7 km.	18,18	40
Longueur des fortes déclivités	102 »	50	12

Pour le Fern-Ortler on se sert sur 17 km. de l'Arlberg, et dans le projet du Splügen de 1900, avec tunnel de base, la déclivité maximum est de 15 ‰ seulement.

On voit d'après ces conditions qu'il faudrait que le Fern-Ortler présentât des avantages incontestablement importants pour justifier son établissement de préférence à l'un des projets du Splügen.

On a établi de la même manière que pour le Splügen les distances de tarif, et l'on a trouvé de Füssen à Sondrio 320 km. de tarif. Mais, d'après les études faites en Bavière, par d'autres méthodes, ce chiffre doit plutôt être majoré, du moins on est arrivé à une distance de tarif de 396 km., soit 76 de plus. Cette différence doit provenir du tracé lui-même, qui est plus accidenté que celui de M. Moser, lequel en prévoyant un tunnel de 15,7 km. sous le col de Fern l'a raccourci en l'améliorant comme déclivités, puis de ce que, dans le but de n'être pas taxé de partialité, le calcul des distances de tarif à été fait par courtes sections, ce qui diminue les résultats.

On pourrait encore raccourcir et améliorer le tracé en passant la Malserhaide à 1200 m., par un tunnel de 25 km. Cela ramènerait la distance de tarif Füssen-Sondrio au minimum qu'il soit possible d'atteindre, 300 km.

Ce serait, il est vrai, un gigantesque travail que l'établissement de cette ligne en montagne avec 57 km. en tunnels, qui ne coûterait pas moins de 308 millions de francs, sans pouvoir éviter des déclivités de 25 ‰ sur de longues sections.

On constate, par la comparaison des distances avec le Gothard, le Brenner et le Splügen, projet de 1890, que la ligne du Fern-Ortler donne lieu à peu de raccourcissements, si ce n'est de quelques villes de Bavière pour Milan et Gênes. Ainsi ces raccourcissements seraient pour: Kaufbeuren 104 et 82, Augsbourg 81 et 65, Munich 87 et 65, Eger 64 et 42, Leipzig 50 et 28, Dresden 64 et 42 km. Le Splügen donne des raccourcissements en moyenne de 20 km. de plus. Pour le centre théorique, que l'on avait déterminé comme se trouvant vers Cremona, ces raccourcissements sont encore réduits.

Il en résulte que la zone de la ligne du Fern-Ortler est beaucoup plus restreinte que celle du Splügen. Dans ces conditions, avec une dépense bien plus importante, les résultats financiers ne sauraient être que défavorables.

* * *

C'est un ouvrage considérable que nous venons de chercher à analyser de manière à donner une idée condensée des études qui ont été faites sur ce sujet par M. Bernhardt, avec grande conscience et des vues justes sur les conditions que l'on doit rencontrer dans un semblable travail. Nous savons que si quelques-unes de ses opinions ont trouvé des critiques, il a été reconnu par les gens les plus compétents que ses données étaient inattaquables. On attendra certainement avec autant d'intérêt l'étude du Luckmanier et de la Greina, qui compléteront un travail si heureusement commencé.

F. Reverdin, ingénieur.

Influence des pressions latérales sur la résistance des mortiers et bétons à l'écrasement.

Par M. Henry LOSSIER,
Privat-docent à l'Université de Lausanne.
(D'après la communication de M. Considère à l'Institut, 18 avril 1904).

Les nombreuses expériences effectuées en France sur la résistance à l'écrasement de prismes en béton armés de spires hélicoïdales avaient permis d'établir la règle suivante, formulée par M. Considère dans plusieurs publications techniques en Suisse et à l'étranger :

La résistance à la compression par bout qu'un prisme fretté fournit avant l'apparition des grandes déformations, dépasse la somme des trois éléments suivants :

1° *La résistance propre du noyau de béton ;*

2° *La limite d'élasticité des armatures longitudinales ;*

3° *La limite d'élasticité d'armatures longitudinales fictives dont le poids est égal à celui des spires multiplié par 2,4.*

Les essais de prismes frettés ayant été faits dans des limites de pression relativement peu étendues, M. Considère jugea nécessaire de vérifier la formule qu'il avait énoncée par un nouveau mode d'expérimentation susceptible d'accuser avec certitude la loi qui lie les pressions latérales à la résistance [1].

De concert avec MM. Mesnager et Mercier, du laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées, M. Considère fit préparer 67 petits cylindres de mortier dosé à raison de 300-600 kg. de ciment par mètre cube de sable ; on donna à ces cylindres, de 30 mm. de diamètre, la hauteur relativement grande de 80 mm., afin que leur résistance au milieu de leur longueur fut autant que possible indépendante du frottement variable des bases sur les sommiers qui les comprimaient.

Afin d'assurer l'étanchéité de la surface des prismes, celle-ci fut lissée au ciment et recouverte ensuite d'une couche de cire de 1,5-2 mm. d'épaisseur appliquée à chaud.

Chacun des cylindres ainsi préparés fut placé sur le fond d'un pot de presse dont le piston, pénétrant par un joint à cuir embouti, venait agir sur la face supérieure du prisme. L'eau contenue dans le pot de presse fut alors comprimée jusqu'à la pression que l'on voulait expérimenter et qui réalisait un frettage que l'imperméabilité des prismes rendait effectif. L'écrasement du mortier s'obtenait en exerçant une pression croissante sur le piston de la presse. (Fig. 1.)

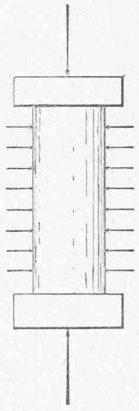

Fig. 1.
Echelle : 1 : 3.

En laissant de côté les essais qu'une pénétration accidentelle du liquide ambiant dans le mortier rendait incertains, nous avons consigné les résultats obtenus dans le tableau suivant, en groupant les chiffres relatifs à des mortiers de même dosage ayant sensiblement la même résistance propre et en indiquant les moyennes.

Poids de ciment par m³ de sable. Kg.	Age du mortier. Jours.	Résistance du mortier immergé dans l'eau comprimée à : 0 kg.	20 kg.	50 kg.	100 kg.	150 kg : cm²
C 300	46	53,2	—	370,1	565,0	—
D 300	126	74,3	227,1	—	523,3	645,2
B 600	34	92,2	—	460,8	704,4	—
A 600	126	170,4	317,8	—	728,6	934,7

Dans la figure 2 nous avons représenté graphiquement les chiffres ci-dessus, en choisissant pour abscisses les pressions de l'eau renfermée dans le pot de presse et pour ordonnées les résistances à l'écrasement correspondantes.

L'ordonnée à l'origine de chaque courbe mesure la résistance propre du mortier essayé sans compression latérale.

La droite en trait mixte OE représente la valeur 4,8 P (P étant la pression latérale spécifique), c'est-à-dire la ré-

[1] Les résultats de ces expériences ont été communiqués à l'Institut de France le 18 avril 1904 par M. Considère.