

02/16 steeldoc

Ponts



L'élégance d'une poutre treillis spatiale

Maître de l'ouvrage

Rhätische Bahn AG, infrastructure, Coire

Ingénieurs

Chitvanni+Wille GmbH, ingénieurs civils diplômés ETH/SIA, Coire

Architecte

Corinna Menn, architecte diplômée ETH/SIA, Coire

Achèvement

2009



Situation, 1:30 000

L'unique croisement de la voie métrique des RhB avec la voie standard des CFF est emblématique. Un pont à double courbure des Chemins de fer rhétiques à Zizers a été mis en place d'un seul tenant et en une seule nuit, au-dessus des voies CFF.

Juste derrière les quais de la gare d'Untervaz-Trimmis, le train des RhB en direction de Landquart prend de la hauteur et traverse de biais les voies CFF dans un arc généreux, encadré par un pont courbe à treillis de teinte rouge.

Ce nouvel ouvrage remplace le treillis à membrures parallèles qui enjambait depuis 1896 le gabarit de passage des CFF, encore à voie unique à cette époque. Le nouveau tracé incurvé permet de disposer d'un rayon de 300 mètres (au lieu de 100 mètres avant rectification) et autorise désormais la circulation à une vitesse maximale de 80 km/h.

Le pont RhB, avant la rotation dans sa position définitive, est provisoirement parallèle aux voies CFF.

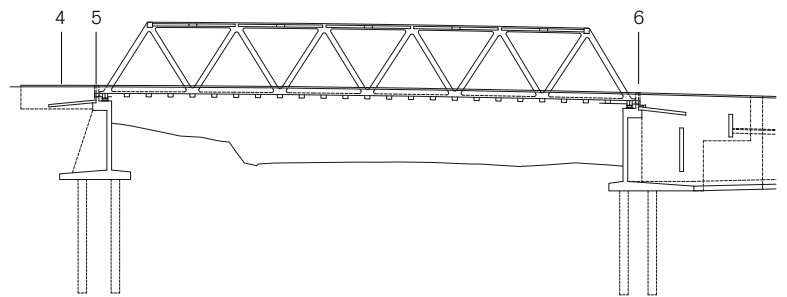
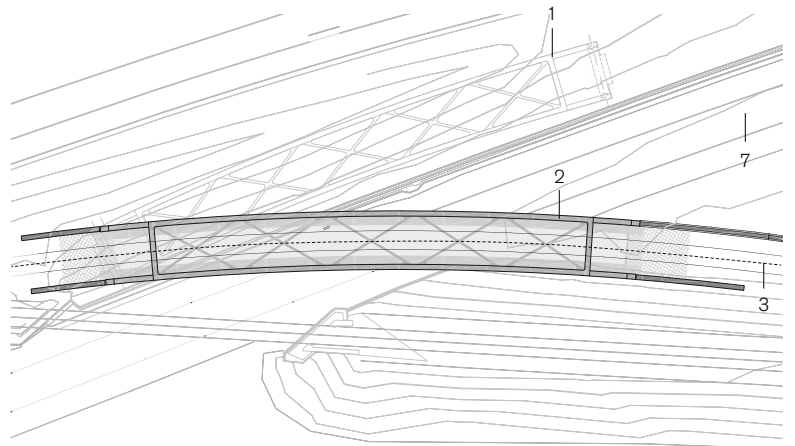
Planifié et construit en trois dimensions

Le pont des ingénieurs Chitvanni+Wille GmbH est un treillis métallique à double courbure d'une portée de 55,50 mètres. Celui-ci est non seulement courbe en plan, mais également surélevé selon un rayon de courbure de 2500 mètres pour tenir compte du tracé vertical de l'axe de la voie. Le gabarit du train, incliné de 10 % dans la courbe, définit la section du pont et impose une hauteur de construction de 7,90 mètres. Les deux treillis latéraux forment une structure triangulée simple et supportent le pont dans le sens longitudinal.



A l'exception des cadres d'extrémité renforcés, qui ont été dimensionnés pour tenir compte des sollicitations de la membrure supérieure et de l'impact d'un choc frontal, toutes les barres sont des profils en caisson soudés, dont les dimensions extérieures sont de 550 mm × 550 mm. La quantité de matière et la répartition des forces sont adaptées l'une à l'autre de façon cachée à l'intérieur de la section, dont l'épaisseur varie entre 15 et 35 mm. Une dalle orthotrope constitue le tablier inférieur ballasté, qui est encadré par les membrures inférieures et les poutres transversales du pont. En combinaison avec les cadres d'extrémité et les diagonales encastées selon les deux axes, une structure de renfort horizontale stabilise les membrures supérieures contre le flambage.

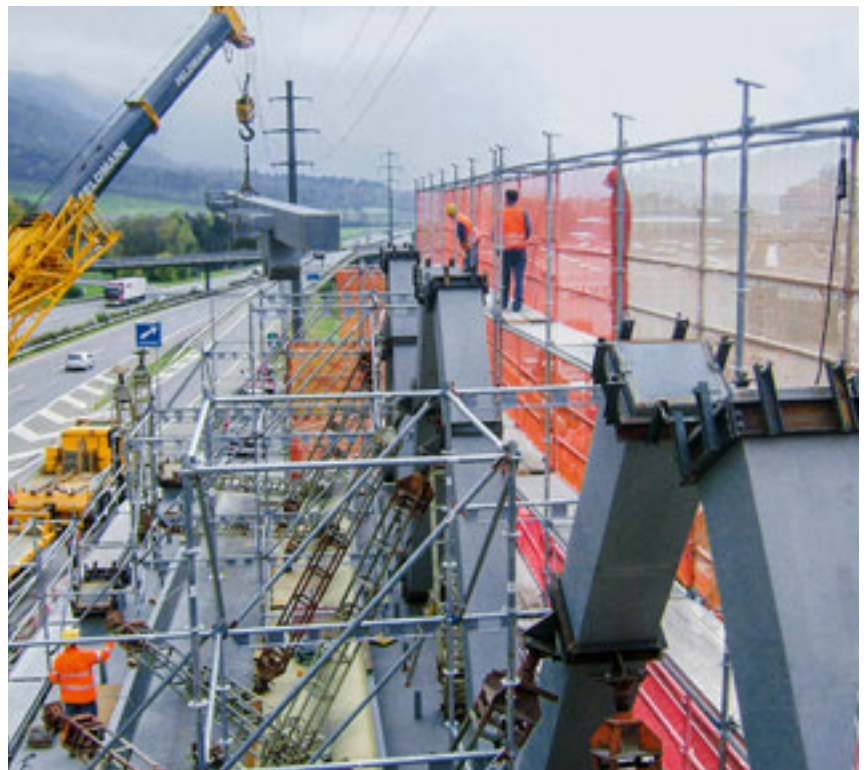
Les ingénieurs ont calculé les efforts internes à l'aide d'un modèle spatiale du treillis et dessiné le pont en trois dimensions pour décrire correctement la forme de l'ossature. Ensuite, l'entreprise Schneider Stahlbau AG a dessiné les plans d'exécution et réalisé fidèlement la poutre avec sa courbure double, à l'instar de la membrure supérieure: Après avoir été découpés selon leur courbure dans l'axe fort, les tôles des poutres-caissons ont été courbées autour de leur axe faible (avec des poids ou des étais) pour produire le deuxième rayon de courbure. Ensuite seulement, les tôles verticales et horizontales ont été soudées entre elles. Seuls les assemblages des nœuds et les diagonales ont été réalisés de façon plane, ce qui ne modifie pratiquement pas l'aspect général. De cette façon, il a été possible de mettre en œuvre à moindre coût la forme exigeante de cette construction métallique qui comporte pas moins de 1300 pièces de tôle découpées sur mesure.



Situation et coupe longitudinale, échelle 1:800

- 1 Position provisoire avant rotation
- 2 Position définitive après rotation
- 3 Axe du pont. Rayon de courbure $R_h=300$ m
- 4 Axe du pont. Rayon de courbure $R_v=2500$ m
- 5 Appui mobile
- 6 Appui fixe
- 7 Voies CFF

Aire de montage entre l'autoroute A13 et les voies CFF : les éléments en acier ont été transportés avec des remorques basses directement par l'A13 dans la nuit et montés avec une grue mobile. Les éléments avaient des dimensions jusqu'à 18 m × 3,2 m et un poids de 20 t.



Pour les travaux en atelier, environ 3 km de soudures et 5000 kg de matière à souder étaient nécessaires.

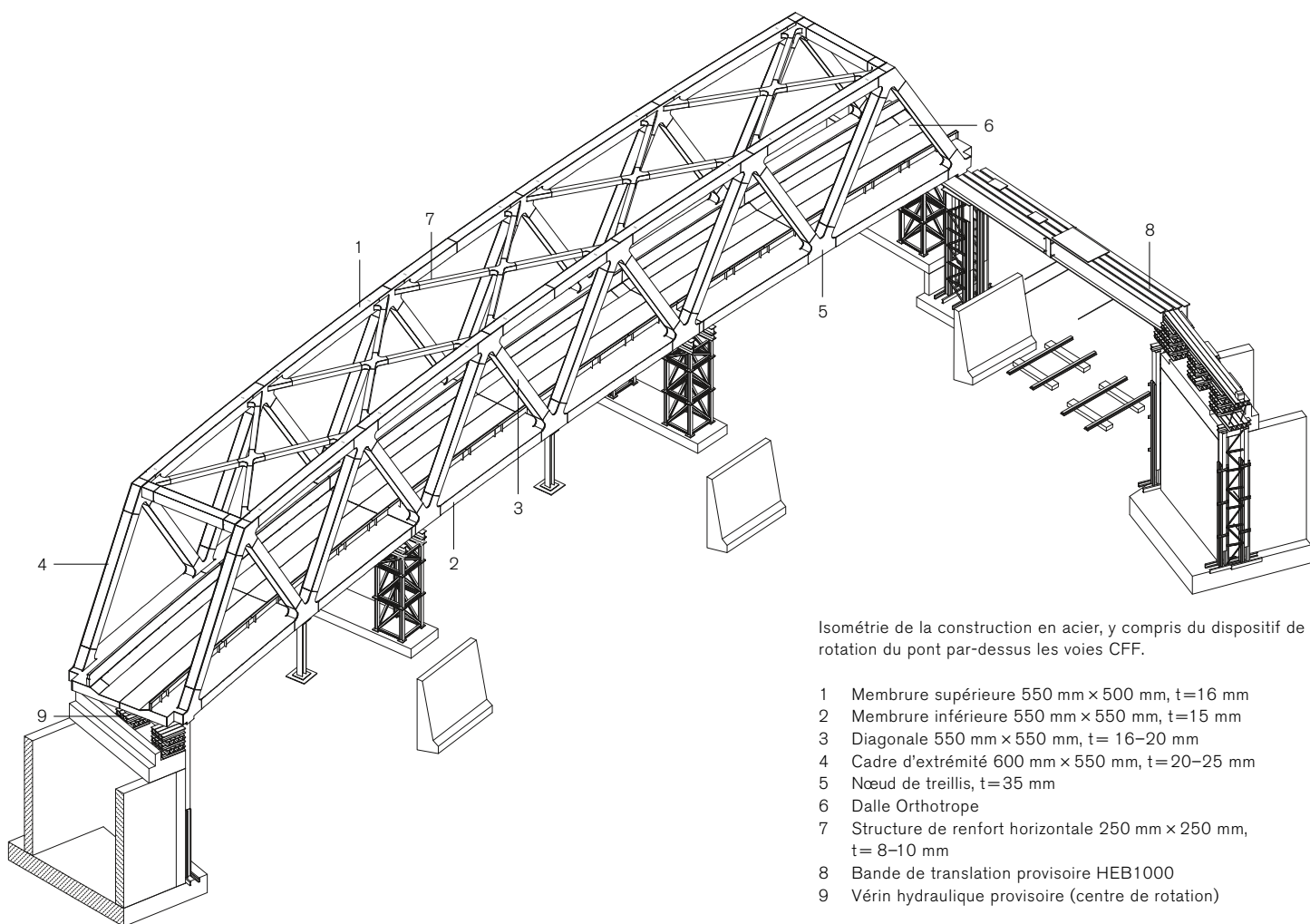
Ci-dessus : le soudage d'un nœud de treillis.

Ci-dessous : Soudage de l'auge, dont la courbure est clairement visible.



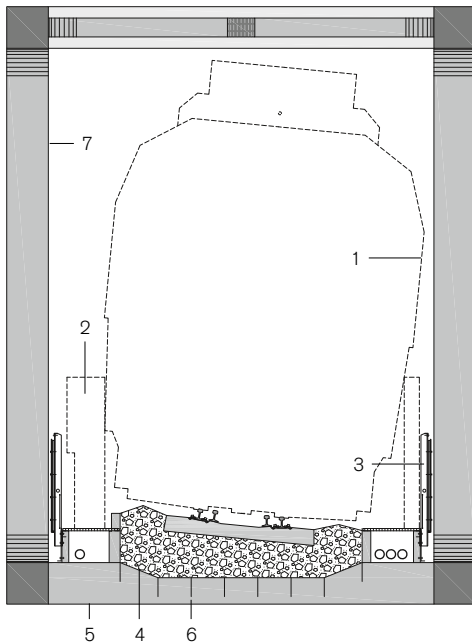
Des éléments pouvant atteindre $18 \times 3,2$ mètres et un poids de 20 tonnes ont été préfabriqués et grenailés dans les ateliers de construction métallique, où la protection anticorrosion, hormis la couche de recouvrement, a été appliquée selon un procédé « airless ». Les pièces ont été acheminées par la route sur le site de montage, juste à côté des voies ferrées, d'où elles ont ensuite été mises en place à l'aide d'une grue mobile. A ce stade d'avancement, le pont a été abrité sous une tente provisoire, où les soudures de chantier ainsi que la couche primaire anticorrosion et le revêtement « airless » ont pu être réalisés.

Les équipes ont ensuite procédé à la rotation du pont lors d'une intervention de nuit et, pendant une brève interruption du service ferroviaire, l'ont déplacé du site de montage jusqu'à son emplacement définitif au-dessus de la voie CFF. Les appuis métalliques, côté Coire, ont été placés temporairement sur des chariots reliés entre eux et munis d'un fond en téflon. Un élément de traction, positionné au-dessus de la poutre de translation, a ensuite été tendu à l'aide d'un dispositif placé sur la nouvelle culée du côté de Coire. Sous l'effet de la tension, le pont sur chariots a pu être déplacé transversalement sur la poutre HEB1000 qui enjambait la voie ferrée des CFF. Côté Landquart, le pont a pivoté autour d'un seul vérin hydraulique. Pour éviter son renversement, des appuis auxiliaires glissants ont été placés sous les cadres d'extrémité.



Isométrie de la construction en acier, y compris du dispositif de rotation du pont par-dessus les voies CFF.

- 1 Membrane supérieure 550 mm × 500 mm, t=16 mm
- 2 Membrane inférieure 550 mm × 550 mm, t=15 mm
- 3 Diagonale 550 mm × 550 mm, t= 16–20 mm
- 4 Cadre d'extrémité 600 mm × 550 mm, t=20–25 mm
- 5 Nœud de treillis, t=35 mm
- 6 Dalle Orthotrope
- 7 Structure de renfort horizontale 250 mm × 250 mm, t= 8–10 mm
- 8 Bande de translation provisoire HEB1000
- 9 Vérin hydraulique provisoire (centre de rotation)



Coupe transversale, échelle 1:100.

- 1 Gabarit RhB
- 2 Passerelle d'inspection
- 3 Panneaux Plexiglas et grille anti-ballast
- 4 Auge en acier étanchée t=15 mm
- 5 Poutre transversale t=12-15 mm
- 6 Membrane longitudinale 250 mm x 15 mm
- 7 Treillis spatial incurvé, hauteur 7,90 m, largeur 6,20 m



Pont RhB juste après la rotation.

Grâce à ces structures, les membrures inférieures étaient soutenus en permanence, tout en étant aisément mobiles horizontalement. Après avoir fait pivoter le pont et démonté la poutre de translation, le pont a été abaissé pour prendre sa position définitive sur les nouvelles culées.

Un concept chromatique élaboré

L'ouvrage attire les regards avec sa teinte rouge, qui émane d'un concept chromatique de l'architecte Corinna Menn. Au premier coup d'œil, on croirait reconnaître le rouge caractéristique des RhB, qui avait déjà été employé dans les années 1990 pour des ponts mixtes au-dessus de Hexentobel et de Saaseralpach entre Landquart et Davos. C'était également l'idée initiale pour Zizers, mais un ton brun-rouille a finalement été retenu. Celui-ci évoque l'aspect brut d'un acier corten tout en permettant une meilleure insertion dans son environnement champêtre. Comme la voie ferrée n'est pas posée sur les poutres métalliques, mais traverse la structure, un effet d'optique devrait naître entre l'ouvrage d'art et le train. Un raffinement qui, en association avec la forme élégamment courbée et la sobriété des détails de la construction, atténue la rigueur du treillis spatial.

Thomas Ekwall,
rédacteur en génie civil TEC21

Localité Zizers GR

Maître de l'ouvrage Rhätische Bahn AG, infrastructure, Coire

Ingénieurs Chitvanni + Wille GmbH, ingénieurs civils diplômés EPF/SIA, Coire

Architecte Corinna Menn, architecte diplômée EPF/SIA, Coire

Construction métallique Schneider Stahlbau AG, Jona

Maitrise d'œuvre Implenla Bau AG, Coire

Système porteur Treillis spatial incurvé, avec dalle orthotrope de tablier inférieur ballasté.

Structure Barres de treillis en caissons soudés, tablier inférieur ballasté en tôles d'acier soudées, appareils d'appui à pot fixes et glissants.

Nuances d'acier S355 J2 G3 (structure principale et tablier ballasté), S235 JR G2 (balustrade et passerelles de service)

Traitement de surface Protection anticorrosion 320 µm, dont primaire 80 µm phosphate de zinc, couche intermédiaire 2x80 µm fer micacé 2K-EP et couche de finition 80 µm 2K-PUR, satiné mat.

Teinte NCS S 4550 Y70R

Tonnage 234 t

Coût des travaux 5 millions de francs environ, dont 2 millions pour la construction métallique

Durée du chantier 6 mois (fabrication, revêtement, montage)

Achèvement Avril 2009

Dimensions Longueur: 57,10 m, portée: 55,50 m, largeur: 6,20 m, hauteur: 7,90 m, rayon de courbure horizontal: 300 m, rayon de courbure vertical: 2500 m

Impressum

steeldoc 02/16, juin 2016

Ponts

Editeur:

SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich
Patric Fischli-Boson

Redaction et textes:

espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich
Judit Solt, rédactrice en chef TEC21

Dr. Viola John, rédactrice en construction/construction durable TEC21

Thomas Ekwall, rédacteur en génie civil TEC21

Clementine Hegner-van Rooden, correspondante en génie civil TEC21

Philippe Morel, rédacteur en génie civil TRACÉS

Christof Rostert, secrétaire de rédaction TEC21

Anna-Lena Walther (Stämpfli AG), mise en page

Textes basés sur les informations des concepteurs.

Les informations et les plans ont été fournis par les bureaux d'études.

Traduction française:

Fabienne Michel, Véronique Pézard, Gerhard Frechen,
Georg Lambertz (TTN Tele Translator Network)

Plans et photos:

Tous les plans de terrain en échelle 1:30 000 et

1:40 000: Swiss Topo

Titre: Chitvanni + Wille

Editorial: Schneider Stahlbau Jona

Pont, Zizers: Schneider Stahlbau Jona (p. 4,
isométrie p. 6), Chitvanni + Wille (p. 5–7)

Pont, Aarwangen: Eugen Brühwiler (p. 8), Beat

Schertenleib (photos p. 9 et 11), Fürst Laffranchi (plans)

Pont, Reichenau: Conzett Bronzini Partner (plans,
photos p. 12), Anna-Lena Walther (photo p. 13),

Thomas Ekwall (photos p. 15)

Pont, Birmenstorf: OFROU (photos), Senn AG
(isométrie p. 17), Bänziger Partner AG (plans)

Pont, Massongex: Hartmut Mühlberg, Monod-

Piguet + Associés Ingénieurs Conseils SA (photos),

Groupement MPAIC + Synaxis (plans)

Ponts, funiculaire du Stoos: Ivan Steiner, Stoosbahnen AG
(photos), H. Wetter AG (plans)

Conception graphique:

Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zürich

Impression:

Stämpfli SA, Berne

ISSN 0255-3104

Abonnement annuel CHF 60.– / étranger CHF 90.–

Numéros isolés CHF 18.– / doubles numéros CHF 30.–

Sous réserve de changement de prix. A commander sur

www.steeldoc.ch

Construire en acier/steeldoc© est la documentation d'architecture du Centre suisse de la construction métallique et paraît quatre fois par an en allemand et en français. Les membres du SZS reçoivent l'abonnement ainsi que les informations techniques du SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes, le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. Une reproduction et la traduction même partielle de cette édition n'est autorisée qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication de la source.

**Abonnement annuel à steeldoc pour CHF 60.–
(étudiants gratuit) sur www.steeldoc.ch**