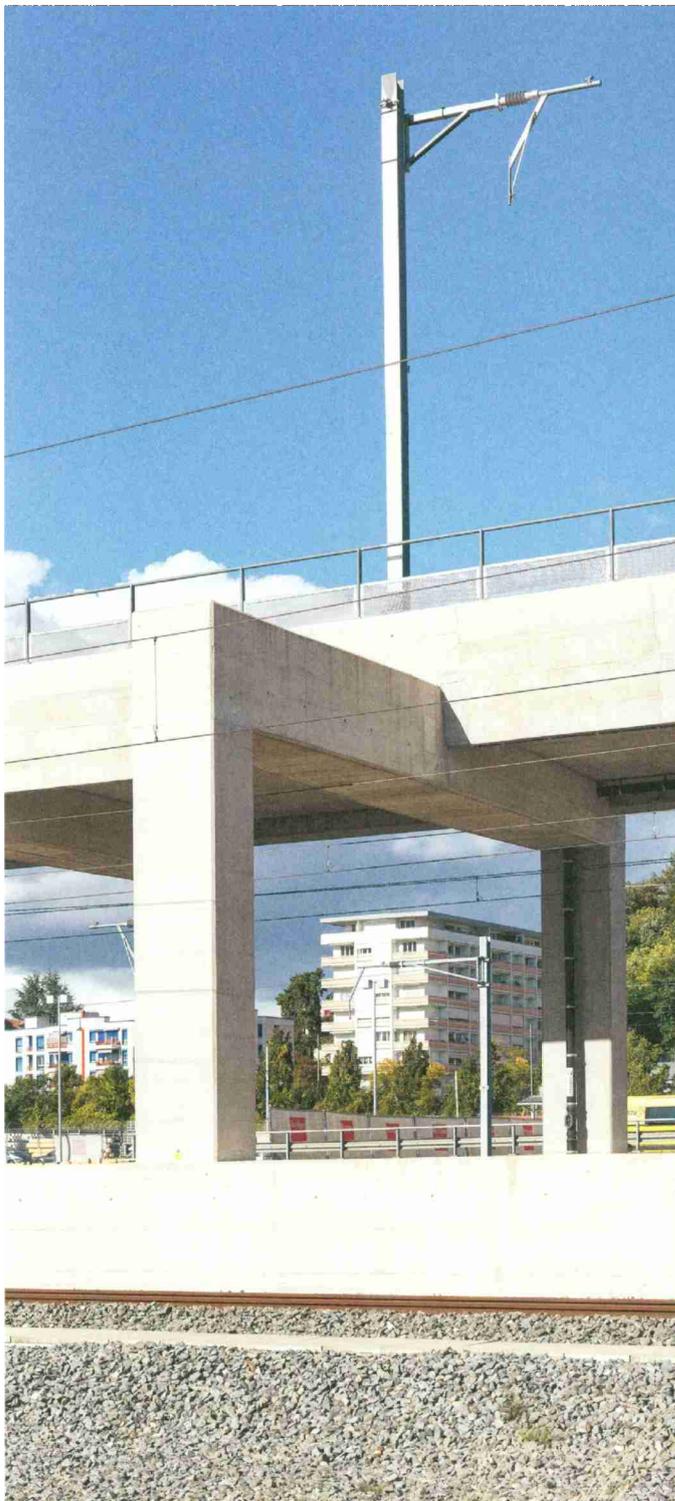




SAUT-DE-MOUTON,
REGENS (VD)

DÉNOUER UN NOEUD FERROVIAIRE

Réalisé par les CFF dans le cadre du programme Léman 2030, le saut-de-mouton de Regens est indispensable à l'augmentation de la capacité de la ligne Lausanne - Genève. Le contexte urbain dans lequel il s'inscrit lui impose une géométrie unidimensionnelle. Ses concepteurs en ont joué pour aboutir à un concept formel alliant fluidité, rigidité, rythmicité et transparence, en déclinant à l'envi un motif faussement répétitif.





Le saut-de-mouton est situé entre la halte de Prilly-Malley et le faisceau de voies à l'entrée est de la gare de Renens, au cœur du nœud ferroviaire de Lausanne et d'une zone fortement urbanisée. Environ 600 trains empruntent quotidiennement ce tronçon commun aux grandes lignes Genève – St-Gall et Brigue – Pied du Jura. Ce nœud représente également un problème géométrique. À l'est de la gare de Lausanne, le flux ferroviaire est divisé par lignes (en direction du Plateau ou du Valais), alors qu'à l'ouest de la gare de Renens, il est divisé par directions: les voies côté lac accueillent les trains circulant vers l'ouest, celles côté Jura les trains circulant vers l'est, d'où d'inévitables croisements, jusque-là réglés par une série d'aiguillages qui avaient la fâcheuse habitude de faire valser les voyageurs en provenance de Berne. En lieu et place de ces pas de danse improvisés, les pendulaires traverseront désormais le faisceau de voies à une hauteur d'une dizaine de mètres au moyen du saut-de-mouton de Renens.

Comme un pont à deux niveaux

Long de près de 1200 m, large de 17 m et haut de 9 m, le saut-de-mouton a l'apparence trompeuse d'un objet unidimensionnel. La topographie du lieu imprime une légère courbure à sa géométrie en long, déterminée par la distance nécessaire au croisement. Alors que le saut-de-mouton situé à la sortie ouest de la gare centrale de Zurich se déploie nonchalamment au-dessus des voies, celui de Renens file au plus droit, canalisé qu'il est par le développement urbain des friches industrielles de Malley.

L'ouvrage se compose de deux rampes (qui relient la plate-forme ferroviaire existante aux culées), deux ponts (qui élèvent la voie jusqu'au niveau de franchissement) et une galerie centrale (sur laquelle s'effectue le croisement). Alors que la variante la plus simple techniquement aurait été de couvrir cette galerie par une dalle pleine, le croisement se fait au moyen d'une auge sinuant de part et d'autre des 25 cadres régulièrement espacés qui la soutiennent. C'est précisément le retrait de la matière statiquement inutile qui imprime au saut-

de-mouton une légèreté et un dynamisme étonnants par rapport à ses contraintes et à son contexte d'exploitation. Au niveau de ses fondations, l'ouvrage est posé sur 350 pieux forés reposant sur la molasse.

Expérience cinématographique

En coupe longitudinale, le saut-de-mouton est asymétrique afin d'absorber la différence de niveau entre ses extrémités. La pente des rampes (2,5%) est dictée par les contraintes ferroviaires. Les 2 x 66 poteaux soutenant les deux ponts et les traverses de la galerie confèrent une impressionnante transparence à l'ouvrage. Il participe ainsi à une série d'opérations qui réparent la fracture ferroviaire ayant coupé une ville en deux. Ces poteaux lui donnent également l'aspect d'une pellicule de cinéma. C'est d'ailleurs une expérience quasi cinématographique qui s'offre au voyageur traversant le saut-de-mouton au niveau inférieur: la régularité des cadres saccade la contemplation du paysage, à un rythme cependant bien plus lent que les 24 images par seconde



d'une pellicule 35 mm défilant dans un projecteur.

Formes simples, calculs complexes

C'est en coupe transversale que l'ouvrage révèle toute sa complexité – qu'hélas seuls les pilotes de locomotive peuvent pleinement expérimenter. Avec ses 25 cadres transversaux, la galerie pourrait sembler très répétitive, voire monotone. Mais c'est une impression trompeuse. En effet, chacun de ses cadres est unique. Tout d'abord, leur portée varie entre 11 et 17 m. Ensuite, la position de l'auge sur les traverses et l'angle qu'elle forme avec ces dernières sont propres à chaque cadre. Cette diversité a évidemment des répercussions sur la statique. Ainsi, pour ce qui est des contraintes, les efforts de flexion sont déterminants pour les cadres de portée moyenne; avec un appui presque direct sur les piles, les cadres plus élancés sont davantage sollicités en effort tranchant. Une autre particularité réside dans l'insertion de l'auge dans les traverses des cadres, ce qui diminue d'autant la hauteur de la structure portante et contribue à augmenter la transparence de l'ouvrage.

L'angle de cadre des portiques de la galerie est l'un des éléments les plus complexes de l'ouvrage. La section critique se trouve en haut de la pile, juste sous la traverse. La résistance en section et à la fatigue a fait l'objet d'une vérification détaillée et d'un recoupement de plusieurs approches de dimensionnement distinctes. De plus, la particularité de cet ouvrage de croisement, comparable à un pont ferroviaire à deux niveaux, implique

une démultiplication du nombre de combinaisons de charges à considérer pour le dimensionnement de l'ensemble des éléments porteurs.

Le saut-de-mouton a été entièrement réalisé en béton armé coulé sur place. Le maître d'ouvrage est en effet arrivé à la conclusion que l'usage de la précontrainte n'était pas adapté à ce viaduc pour des raisons de durabilité, de mise en œuvre et de coûts de construction. Tous les appuis ont été réalisés par encastrement: il n'y a donc aucun appui mécanique sujet à maintenance et à entretien. Au droit des joints de dilatation, chaque bord de tablier est encasté dans une demi-pile, soit une pile fendue comme un diapason. Le viaduc se comporte donc globalement comme un système semi-intégral, soit une suite de ponts d'une longueur comprise entre 44 et 68 mètres.

Fossile vivant

Le saut-de-mouton de Renens est une infrastructure stratégique et imposante, située dans un contexte de développement urbain et d'exploitation complexe. Si sa fonction en a déterminé les contours, l'intelligence du maître d'ouvrage et des planificateurs a permis de jouer de ces contraintes pour l'alléger au maximum. À l'image d'un préparateur de fossiles, ils l'ont débarrassé de sa gangue minérale pour ne conserver que le squelette de ce gigantesque arthropode de béton et de ferraille. En jouant du contraste entre la rigidité des cadres et la fluidité de l'auge, ils ont même réussi à le mettre en mouvement.



Philippe Morel est rédacteur en chef adjoint de TRACÉS. Titulaire d'une licence ès sciences de l'UNINE (option géologie), il est le responsable du domaine ingénierie de la revue. Le saut-de-mouton de Renens fait partie de son quotidien de pendulaire, ce qui lui a permis de suivre sa construction au jour le jour.

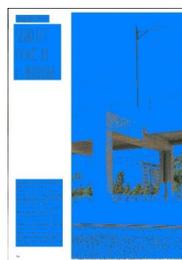
▲ L'auge encadrée dans un des 25 cadres de la galerie. La conception de l'ouvrage favorise une importante transparence.



■ Un mouvement cinématographique : alors que les cadres se suivent à intervalle régulier telles les images saccadées d'une pellicule, l'auge glisse progressivement d'un bord à l'autre de la galerie.

« LE RETRAIT DE LA MATIÈRE STATIQUEMENT INUTILE
IMPRIME AU SAUT-DE-MOUTON DE RENENS UNE LÉGÈRETÉ
ET UN DYNAMISME ÉTONNANTS PAR RAPPORT
À SES CONTRAINTES ET À SON CONTEXTE D'EXPLOITATION. »

Philippe Morel



ZUSAMMENFASSUNG

ENTWIRRUNG EINES BAHNKNOTENS

Die von den SBB im Rahmen des Programms «Léman 2030» erstellte Überwerfung in Renens ist für den Ausbau der Kapazität auf der Strecke Lausanne–Genf unverzichtbar. Das fast 1200 m lange, 17 m breite und 9 m hohe Bauwerk setzt sich aus zwei Rampen, zwei Brücken und einer zentralen Galerie zusammen. Es ist über 350 Bohrpfähle in der Molasse fundiert und somit vergleichbar mit einer Doppelstockbrücke. Die 2 × 66 Stützen, auf denen die zwei Brücken und die Riegel der Galerie ruhen, verleihen dem Bauwerk eine eindruckliche Transparenz und erinnern an einen Filmstreifen. Tatsächlich bietet sich den Zugreisenden, die die Überwerfung auf der unteren Fahrbahnebene durchqueren, ein fast filmisches Erlebnis: Die Regelmässigkeit der Rahmen zerlegt die vorbeiziehende Landschaft in Einzelbilder, die einander jedoch deutlich langsamer folgen als die 24 Bilder pro Sekunde bei einem 35-mm-Kinofilm.

Die Galerie mit den 25 Querrahmen könn-

te man für sehr repetitiv, ja monoton halten. Doch dieser Eindruck täuscht. Jeder Rahmen ist einzigartig. Zum einen variieren die Spannweiten zwischen 11 und 17 m. Zum anderen ist der Trog bei jedem Rahmen an einer anderen Stelle und in einem anderen Winkel auf dem Riegel positioniert. Die Überwerfung Renens ist ein eindruckliches strategisches Infrastrukturbauwerk in einem dichten und komplexen urbanen Entwicklungs- und Nutzungsraum. Obwohl die Konturen weitgehend von der Funktion vorgegeben sind, gelang es der Bauherrschaft und den Planenden durch intelligentes Spielen mit den Randbedingungen, eine erstaunlich leichte und transparente Struktur zu schaffen und ein vermeintlich repetitives Motiv immer wieder neu zu variieren. Wie der Präparator ein Fossil, haben sie den gigantischen Gliederfüsser aus Stahl und Beton bis aufs Skelett freigelegt und ihm durch die Kontrastwirkung zwischen starren Rahmen und fließendem Trog sogar den Anschein von Bewegung verliehen.

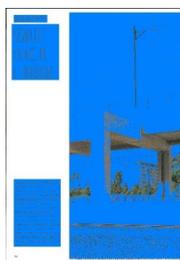
Philippe Morel

TEC21

+Tracés+Archi/ Baukultur

Tec 21 / Tracés / Archi
8036 Zürich
044/ 288 90 60
<https://www.espazium.ch/tec21/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 20'420
Parution: irrégulière



Page: 50
Surface: 265'788 mm²

Ordre: 1094419
N° de thème: 862.021

Référence: 83368323
Coupure Page: 6/7

RIASSUNTO

SCIogliere un nodo ferroviario

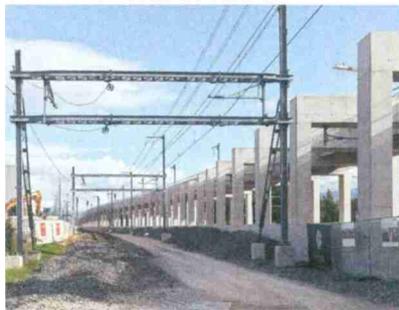
Realizzato dalle FFS nell'ambito del programma Léman 2030, il viadotto ferroviario di Renens costituisce un'opera essenziale per l'ampliamento della capacità della tratta Losanna-Ginevra. Con i suoi 1200 m di lunghezza, 17 m di larghezza e 9 m di altezza, la struttura è composta da due rampe, due ponti e una galleria centrale. È sostenuta dalla trivellazione di 350 pali che poggiano sulla molassa ed è quindi paragonabile a un ponte ferroviario a due livelli.

Le 2 serie di 66 pilastri che sostengono i due ponti e le traverse della galleria conferiscono un'impressionante trasparenza alla struttura, che assume le sembianze di una pellicola cinematografica. Ed è proprio un'esperienza da film quella di cui gode il viaggiatore che attraversa il livello inferiore del viadotto ferroviario: la regolarità delle cornici in cui è frammentata la contemplazione del paesaggio sembra proprio riprodurre quella di una pellicola da 35 mm in un proiettore, anche se ovviamente ad un ritmo molto più lento dei canonici

24 fotogrammi al secondo.

Con le sue 25 cornici trasversali, la galleria potrebbe sembrare molto ripetitiva, se non addirittura monotona. Ma è un'impressione errata in quanto ciascuna cornice è unica. Innanzitutto la luce varia dagli 11 ai 17 metri. In secondo luogo, la posizione dell'impalcato sulle traverse e l'angolo che forma con esse cambiano da una cornice all'altra. Il viadotto ferroviario di Renens è un'infrastruttura strategica e imponente, ubicata in un contesto di sviluppo urbano e operativo complesso. La sua funzione ne ha dettato le linee ma l'intelligenza del committente e dei progettisti ha consentito di sfruttarne i vincoli per concepire una struttura sorprendentemente leggera e trasparente, riproducendo più e più volte un motivo solo in apparenza ripetitivo. Come paleontologi, l'hanno liberata dalla ganga minerale conservando solo lo scheletro di questo gigantesco artropode di cemento armato e acciaio. Giocando col contrasto tra la rigidità delle cornici e la fluidità dell'impalcato sono addirittura riusciti a figurare il movimento della struttura.

Philippe Morel



SAUT-DE-MOUTON, RENENS (VD)

INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE ET TECHNIQUE FERROVIAIRE
CFF SA

INGÉNIEUR CIVIL
Groupement PMSB (Perret-Gentil SA,
MONODIGUET + ASSOCIÉS,
Schopfer & Niggli SA, Bovay Consulting)

GÉOMÈTRE
Renaud & Burnand SA
(sous-traitant Groupement PMSB)

GÉOTECHNICIEN
Karakas et Français SA

(sous-traitant Groupement PMSB)

ARCHITECTE
Farra & Zouboulakis
(sous-traitant Groupement PMSB)

EXPERTISE STRUCTURE
GVH SA

SUIVI ENVIRONNEMENTAL (SER)
biol conseils

MISE À TERRE
Enotrac SA

COORDINATION SÉCURITÉ CHANTIER
Orqual SA

SPÉCIALISTE CÂBLES
RS Ingénieurs SA

ENTREPRISE DE CONSTRUCTION
Implen SA

DONNÉES DU PROJET

CALENDRIER TRAVAUX
2017: permis de construire
Novembre 2018: début des travaux
d'ouvrage
Été 2022: mise en service

COÛTS
Env. 112 mio fr. (travaux d'ouvrage d'art
et de technique ferroviaire)