

## Développement des affaires de la SNOS en Egypte en 1888 et en 1889

En 1888 et 1889, Röthlisberger se rend au Caire avec Ernest Rolin, directeur général de la Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics, en Belgique, et actionnaire de la SNOS, pour développer leurs affaires en Egypte. Lors de son premier voyage en février 1888, il écrit plusieurs lettres à sa femme :

« *Dimanche 12 février 1888* : Je suis arrivé heureusement à Brindisi après un voyage très gai, grâce à M. Rolin, et pas trop pénible, bien que nous n'ayons pu dormir la nuit passée. Tes vivres ont fait merveille, d'autant plus qu'à son départ de Turin, M. Rolin n'avait pas pu dîner. Il s'est rattrapé en route.

» Le bateau [Thames] sur lequel nous nous trouvons est un des plus beaux de la compagnie, nous y serons d'autant mieux que la mer est lisse comme un miroir. On nous prédit une traversée très douce, et il semble que je ne souffrirai pas de mal de mer. Nous débarquerons à 4 heures du matin pour arriver à Port Saïd. Nous serons au Caire, vendredi ; et nous descendrons au Shepherd's Hotel.

» *Mercredi 15 février 1888* : Voici plus de deux jours et deux nuits que je navigue sans la plus petite atteinte de mal de mer, il est vrai que le temps est beau et le bateau excellent, aussi ne puis-je pas encore dire d'une manière définitive que j'ai le pied marin ; cependant comme quelques passagers ont déjà été atteints, j'ai lieu de croire que je résisterai jusqu'au bout. M. Rolin est de la plus belle humeur, il se repose aussi complètement que moi. Nous causons beaucoup, d'affaires, de littérature, de bons mots, bref nous nous suffisons parfaitement à nous-mêmes. Il lui arrive parfois de me tutoyer, tellement il se sent en famille, me dit-il.

» *Samedi 18 février 1888* : Je viens de passer ma première journée au Caire ; elle s'est fort bien déroulée, c'est-à-dire que nous avons été en affaires de 8 heures du matin à 11 heures du soir et, ce matin, nous partons pour le barrage du Nil.

» Nous ne pouvons, au point de vue des affaires, que nous féliciter d'être venus ici. Il y a un pont sur le Nil à construire au Caire-même, et l'administration des chemins de fer a l'air de nous voir d'un très bon œil, car un administrateur et l'ingénieur en chef étant français, le reste

du service anglais, ils ne commandent les travaux du genre dont je te parle, ni aux français, ni aux anglais, et attendent plutôt indéfiniment.

» La position de l'Internationale [la Société anonyme internationale de construction et d'entreprise de travaux publics] est donc très bonne, car les Belges sont fort bien vus, à tel point que tous les juges, nommés en vertu de capitulations par les puissances européennes, sont belges.

» Nous aurons en outre à faire des prix pour la reconstruction à l'air comprimé de la pile et de la culée d'un pont en maçonnerie. Comme l'ouvrage est très urgent, il est dans toute probabilité que nous l'obtiendrons. Ce sera une excellente occasion pour nous installer dans ce pays.

» Nous espérons pouvoir profiter de dimanche et lundi pour voir les pyramides et le Caire, mardi nous irons, en compagnie de l'ingénieur en chef, voir le pont en partie démolí, et ferons en sorte d'arriver le soir à Alexandrie pour pouvoir partir mercredi pour Athènes.

» Hier était le jour de ma fête, M. Rolin l'a fêtée par des vers et des verres. Le Caire est splendide, la végétation dans toute sa beauté, donne un aspect enchanteur à tout le pays. La population, avec ses habits de couleurs brillantes, anime le paysage et fait croire à l'étranger à une féerie continuelle montée tout exprès pour sa distraction. Je puis dire que je n'ai jamais fait de voyage avec tant de plaisir, et j'ai tant à voir, tant à admirer, que je ne puis dans une simple lettre exprimer toutes les sensations que je ressens. »

Lors de son second voyage en Egypte où il retrouve Ernest Rolin, Röthlisberger adresse plusieurs lettres à sa femme en novembre 1889 :

« *Mercredi 27 novembre 1889* : Le bruit s'est répandu [sur le bateau Victoria entre Brindisi et Ismaïlia] dans les premières qu'il y a comme passager un monsieur qui ne parle pas anglais et plusieurs personnes viennent me demander si je suis peut-être le phénomène en question. Je réponds que oui et je me trouve posséder une dizaine de connaissances écorchant abominablement, soit le français, soit l'allemand.

» *Vendredi 29 novembre 1889* : Arrivé au Caire, j'ai trouvé Rolin à la gare avec notre Hassan, qui était tout heureux de me revoir. M. Rolin se porte très bien, toujours content de la Grèce et confiant absolument dans le succès de l'affaire d'Egypte. A peine à l'hôtel, j'ai commencé à travailler et j'en aurai encore jusqu'à samedi soir. La soumission sera

présentée lundi 2 décembre et nous saurons probablement le 4 ou le 5 si nous aurons quelque chance d'obtenir ce travail.

» Je ne resterai ici que le temps strictement nécessaire et, si l'affaire réussit, je chercherai à repartir le 10 décembre. M. Rolin retourne en Grèce ; il restera peut-être plus longtemps que moi au Caire, si par hasard nous avons l'affaire. Comme je n'ai rien à faire pour les signatures, je lui fausserai compagnie.

» Le temps est superbe, la température excessivement douce et l'air d'une fraîcheur vraiment délicieuse.

» *Dimanche 1 décembre 1889* : Depuis 3 jours que je suis ici, je travaille presque constamment et jusqu'à onze heures du soir. J'ai encore jusqu'à demain à midi (lundi), heure à laquelle nous remettrons notre soumission, puis je pourrai un peu visiter la ville et même faire une course jusqu'à Saqqarah (distant de 10 kilomètres) pour y visiter les ruines de Memphis, les plus belles de l'Égypte, paraît-il... J'espère qu'à partir de demain à midi j'aurai enfin deux ou trois jours de repos et que je pourrai flâner à travers le Caire, mais je crains bien fort de devoir accompagner M. Rolin dans toutes ses courses de solliciteur, chose extraordinairement embêtante. »

Dès 1890, les affaires de la famille Rolin tournent mal<sup>5</sup>. Les engagements pris en vue de la réalisation, en Grèce, de la ligne de chemin de fer dans le Péloponnèse de Mili, localité située en face de Nauplie, à Kalamata, précipitent une situation financière déjà fortement dégradée. Leur entreprise de construction en Belgique fait faillite. Ces deux voyages ne semblent pas avoir apporté de commandes importantes à la SNOS.

### **Pont de Crémone sur le Pô : 1887-1892**

Le pont à double usage de Crémone<sup>6</sup> traversant le Pô (coord. : 45.12837N, 9.99480E) a une longueur de 985 m (fig. 5.31). Il est composé de deux structures de pont, l'une, côté amont, pour la voie ferroviaire Crémone – Borgo San Donnino (appelé depuis 1927 à nouveau Fidenza), ouverte en 1906, et l'autre, côté aval, pour une route à deux voies comprenant une voie pour le tramway Plaisance – Crémone, avec une passerelle piétonne sur le côté aval. Ce pont remplace un pont de barques.

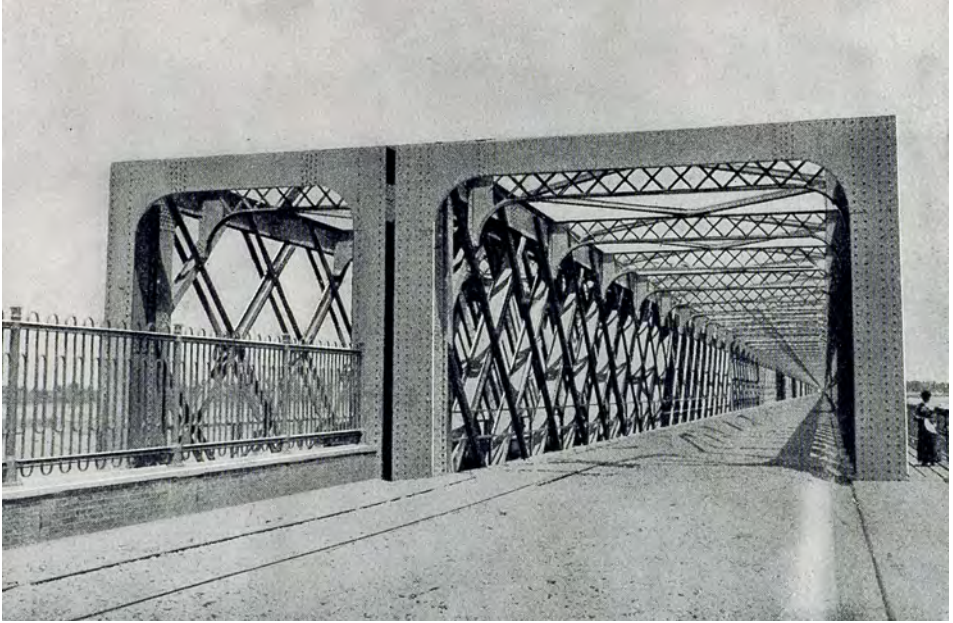


Figure 5.31 : Le pont à double usage sur le Pô de Crémone, long de 985 m, vue depuis la rive droite, côté sud (SNOS, 1914).



Figure 5.32 : Le portail sud de la partie encore d'origine du pont routier de Crémone, vue depuis la rive droite, côté sud, en 2021. Le nouveau pont ferroviaire de 1990 est sur la gauche. L'ancien pont ferroviaire se trouvait entre le nouveau pont ferroviaire et le pont routier actuel. A droite, la passerelle piétonne élargie en 2005.

Le pont est inauguré le 20 septembre 1892. Les poutres maîtresses de chacune des deux parties de pont reposent sur les mêmes massifs de fondation. Le pont comprend 12 travées d'une longueur moyenne de 82 m. Le poids des ferrures est de 10'500 t. Les quatre travées situées au nord, côté Crémone, franchissent le cours du Pô, alors que les huit autres travées au sud franchissent la zone inondable. De manière générale, on trouve une proportion semblable pour tous les ponts construits par Röhrlisberger sur le Pô. Les fondations sont réalisées dans le fleuve et dans la zone inondable à l'air comprimé. Leur profondeur maximale est de 27 m sous les basses eaux.

Le portail sud du pont routier est toujours d'origine (fig. 5.32). En 1935, la ligne de tramway est supprimée. Le pont subit d'importants dommages lors de bombardements en 1944 sur la partie nord traversant le Pô. Il est réparé en 1947 et 1948. Les six travées nord sont reconstruites, alors que les six travées sud construites en 1892 sont conservées. Un nouvel ouvrage ferroviaire est construit sur le Pô entre 1984 et 1990 avec une caté-



naire pour l'alimentation électrique des trains, à proximité immédiate du pont de 1892 et à l'amont. Les piles du nouveau pont sont alignées sur celles de l'ancien. Le tablier du pont ferroviaire de 1892 est démonté à la fin des travaux (fig. 5.33). Le pont routier est aujourd'hui emprunté par un intense trafic sur la route principale Plaisance – Crémone. En 2005, la passerelle piétonne est élargie pour faciliter la circulation des cyclistes et des piétons. Une plaque indiquant le nom du constructeur du pont et l'année de construction est posée sur le portail sud (fig. 5.34).

Figure 5.33 : Fondations des ponts de Crémone, vue vers le sud, en 2021. A gauche, les fondations des ponts routier et ferroviaire de 1892. Le pont ferroviaire a été reconstruit entre 1984 et 1990 sur de nouvelles fondations et l'ancien pont ferroviaire a été démonté.

Figure 5.34 (en encadré à gauche) : Plaque commémorative du pont de Crémone, ouvert en 1892, fixée au portail sud.





Figure 6.1 : Vue vers l'aval depuis la rive droite de la Birse, côté Mönchenstein. Les freins automatiques à air comprimé Westinghouse ont retenu les derniers wagons. La voiture de renfort de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> classe pend sur la culée. La première machine a fait un quart de tour (Staatsarchiv Basel-Stadt, NEG 02127).

## 6. Expertise sur la catastrophe du pont de Mönchenstein de 1891

Le dossier concernant la catastrophe du pont ferroviaire de Mönchenstein sur la Birse (coord. : 47.51782N, 7.61848E), l'accident le plus meurtrier de l'histoire ferroviaire suisse, fait partie des archives de Röthlisberger (fig.6.6). Le Conseil d'Etat du canton de Bâle-Campagne le sollicite pour se déterminer sur les expertises précédentes et expliquer les causes de l'effondrement du pont. Ce dernier fait alors partie du réseau de la Compagnie du Jura-Simplon (JS). L'orthographe « Mönchenstein » ou « Mœnchenstein » est modifiée dans la carte topographique « Siegfried » de 1896 au 1'25:0000 par « Münchenstein ». Le terme en vigueur à l'époque de la catastrophe, mentionné dans les rapports, est conservé.

Plusieurs des rapports concernant la catastrophe – dont celui de Röthlisberger – sont conservés par la Bibliothèque nationale suisse, à Berne.

### Effondrement du pont le dimanche 14 juin 1891

La catastrophe se produit le dimanche 14 juin 1891 (fig. 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4). Elle fait 73 morts et 131 blessés.

L'accident fait la une de la presse. *La Gazette de Lausanne* rapporte<sup>1</sup> : « A Mœnchenstein, il y avait hier une fête champêtre avec réunion de sociétés chorales. Celles de Bâle et des environs y concouraient. A 2h.15, le train de voyageurs ordinaire renforcé quitta Bâle ayant à sa tête deux machines. Le train contenait environ six cents personnes. Arrivé sur le pont de Mœnchenstein, la première machine, qui avait déjà dépassé le pont, déraila. Le pont se courbait en même temps et s'écroulait.

» Les machines et les premiers wagons tombaient dans la rivière, actuellement très haute. Des scènes déchirantes se sont produites. Les médecins de Bâle et des environs sont accourus sur le lieu de la catastrophe, accompagnés par les militaires actuellement à Bâle et les pompiers. Toutes les voitures, omnibus et tramways de Bâle ont reçu l'ordre d'aller chercher les blessés, dont la plupart ont été conduits à l'hôpital.»



Figure 6.2 : Lithographie publiée par Burckardt à Wissembourg. Vue vers l'aval. Au premier plan à gauche, la culée du pont sur la Birse côté Bâle. Mönchenstein est à droite. Le dessinateur s'est basé sur les descriptions des journalistes. Une foule de badauds observe la scène.

Le train ordinaire est composé de cinq wagons, dont une voiture de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>e</sup> classe, une voiture de 3<sup>e</sup> classe et un fourgon postal. Il est renforcé par huit voitures. Les wagons du train ordinaire et les deux premières voitures de renfort de 3<sup>e</sup> classe s'écrasent dans la Birse avec les débris du pont. La voiture de renfort de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>e</sup> classe pend sur la culée. Les voyageurs des cinq dernières voitures sont épargnés grâce aux freins automatiques à air comprimé Westinghouse.

Le chauffeur de la locomotive de la tête fait la déposition suivante aux enquêteurs<sup>2</sup> (fig. 6.4) :

« Lorsque le premier axe de la machine fut arrivé sur le pont, la machine commença à s'incliner légèrement vers la droite (amont) en continuant tranquillement sa course sur la voie ; on entendit un bruit comparable à celui d'un drap que l'on déchire. Le pont s'affaissa près de

son extrémité de droite. La machine courait tranquillement, comme sur une spirale ; lorsque nous eûmes presque atteint l'autre culée, il se produit une forte rumeur, et la machine, qui, pendant ce temps avait fait dans le pont même, presque un quart de tour, fut renversée.

» J'avais déjà remarqué, précédemment, que l'entretoisement supérieur s'était détaché de la poutre principale de gauche. »

### Historique de la construction

Le pont se trouve sur la ligne de chemin de fer Delle – Delémont – Bâle, construite par la Compagnie du Jura bernois. A la suite de la défaite française de 1870 lors de la guerre franco-prussienne, l'Alsace est cédée à l'Allemagne. La ligne prend une dimension internationale. Les constructions du tronçon Delémont – Bâle sont réalisées entre 1874 et 1875 sous la direction de l'ingénieur en chef de la compagnie, Gustave Bridel<sup>3</sup> (1827-1884) (fig. 6.5). Il dresse le projet de pont sur la Birse. Bridel est l'un des plus réputés ingénieurs de Suisse du XIX<sup>e</sup> siècle. Entre 1868 et 1873, il dirige les travaux de correction des eaux du Jura. Il est appelé en 1879 par le Conseil fédéral pour achever avec succès, en 1882, la construction de la ligne du Gothard.

Le pont sur la Birse présente « tous les caractères d'une construction ordinaire ; la portée du pont, sa disposition d'ensemble, le type adopté pour ses poutres principales, ne constituaient aucune innovation, et étaient alors consacrés par une longue expérience.<sup>4</sup> » Le plan, est établi conformément à l'art. 12 du règlement fédéral du 20 février 1873 avec un dessin à l'échelle du 1/100<sup>ème</sup>. Il est approuvé le 20 mai 1874 par le Conseil fédéral<sup>5</sup>.

Le marché de la construction, attribué à l'entreprise française Eiffel, comporte la fourniture et la pose, compris la peinture, des tabliers en fer pour la ligne Delémont – Bâle entre le kilomètre 19 (Zwingen, aujourd'hui dans le canton de Bâle-Campagne) et Bâle. Le contrat est signé le 29 juillet 1874<sup>6</sup>. Les fondations font l'objet d'un marché distinct. Le projet d'exécution du pont de Mönchenstein est finalisé le 11 novembre 1874 par l'entreprise Eiffel<sup>7</sup>. Les plans de détail sont contrôlés par les ingénieurs de la compagnie ferroviaire. Chacune des deux poutres du pont a une portée de 42 m avec un biais de 51 degrés (fig. 6.6).



Figure 6.3 : Photographie qui a servi de modèle pour la lithographie. A gauche, la culée du pont qui fut affouillée lors des inondations de septembre 1881, puis reconstruite en 1882. Dans l'intervalle, le pont reposait sur des palées provisoires (Staatsarchiv Basel-Stadt, NEG 02129).



Figure 6.5 : Gustave Bridel, vers 1870, ingénieur en chef du Jura bernois entre 1875 et 1879 (Berner Zeitschrift für Geschichte und Heimatkunde, 1952).



Figure 6.4 : Pont effondré de Mönchenstein vue vers l'aval. La locomotive de tête renversée est à droite (Staatsarchiv Basel-Stadt, NEG 06291).



Figure 6.6 : Pont ferroviaire de Mönchenstein (rapport des experts Collignon et Hausser, archives de famille).

La ligne Delémont – Bâle est mise en service le 25 septembre 1875. La veille, le Conseil fédéral a donné son approbation. En 1879, Bridel est appelé à la tête de la ligne du Gothard, en crise, pour en achever la construction (1882). En 1883-1884, il dirige à Berne le chemin de fer Berne-Jura-Lucerne.

Le pont est fortement endommagé lors des inondations de la Birse des 2 et 3 septembre 1881. En 1890, il est renforcé à la demande de l'administration fédérale, en raison de la circulation de locomotives plus lourdes.

### **Rapport des professeurs Ritter et Tetmajer au Conseil fédéral**

Le conseiller fédéral Emil Welti (1825-1899), alors président de la Confédération et chef du Département des postes et des chemins de fer, charge les professeurs Ritter et Tetmajer de l'École polytechnique fédérale de Zurich d'expliquer les causes de l'effondrement du pont. Dans leur rapport final du 24 août 1891, reproduit dans un numéro spécial de la *SBZ*, ils attribuent les causes de la catastrophe à plusieurs erreurs de conception<sup>8</sup> (trad.) :

- « Dès le début, certaines parties du pont étaient trop faibles et de construction défectueuse.
- » Le fer utilisé ne répondait pas, en grande partie, aux exigences nécessaires en matière de résistance et de ténacité.
- » A l'occasion des inondations de 1881, le pont a subi un affaiblissement durable de sa capacité de charge.
- » Les renforcements apportés en 1890 ne concernaient que certaines parties du pont ; d'autres faiblesses importantes subsistaient.
- » Aucun déraillement de train n'a eu lieu avant l'effondrement du pont.
- » La cause principale de l'effondrement réside dans la faiblesse des barres centrales [Mittelstreben] ; la fixation excentrique des barres [Streben] et la faible qualité du fer ont considérablement favorisé l'effondrement. »

### **Rapport des ingénieurs Zschokke et Seifert au Tribunal civil**

Le tribunal civil du canton de Bâle-Ville charge de son côté les ingénieurs Conrad Zschokke<sup>9</sup> (1842-1918) et Leonhard Seifert (1848-1913), à Duisbourg, de se prononcer<sup>10</sup>. Le montant des indemnités versées aux

proches des victimes ou aux blessés varie selon la responsabilité. L'article 7 de la loi fédérale du 1 juillet 1875 sur la responsabilité des entreprises de chemins de fer et de bateaux à vapeur en cas d'accidents entraînant mort d'homme ou lésions corporelles prévoit :

« Dans le cas de dol ou de négligence grave, établi contre l'entreprise de transport, il peut être alloué au blessé ou aux parents de celui qui a été tué, une somme équitablement fixée, indépendamment de l'indemnité pour le préjudice pécuniaire démontré. »

Cette disposition a des effets importants sur le montant global des indemnités à charge du Jura-Simplon et de ses assurances. Les experts du Tribunal civil aboutissent à des conclusions semblables à celles des experts fédéraux. L'accident résulte d'une négligence grave du Jura-Simplon. L'article 7 est applicable.

### Déterminations de l'entreprise Eiffel et du Jura-Simplon

Le 13 octobre 1891, l'entreprise Eiffel et Cie se détermine sur le rapport des experts fédéraux<sup>11</sup> (fig. 6.7). Elle présente une note des calculs du pont et réfute toute erreur de calcul. Elle se réfère à la déposition du chauffeur<sup>12</sup> :

« Il ressort clairement de [son témoignage] que les premières ruptures se sont produites, non pas sous l'effet d'une charge générale qui aurait fait travailler avec excès certaines pièces, mais dès l'entrée sur le pont de la première locomotive et qu'elles se sont manifestées sur la partie de la poutre amont la plus proche de la culée Bâle. »

Le Jura-Simplon se prononce dans le même sens. La compagnie demande à Jules Gaudard<sup>13</sup> (1833-1917), professeur à l'École d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, spécialiste des ouvrages d'art métalliques, de lui présenter un mémoire pour expliquer la rupture du pont. Il conclut<sup>14</sup> :

« Quoique appartenant à la catégorie des ponts légers, le pont ne présentait cependant pas une insuffisance de force qui puisse rendre compte de sa chute sous l'action des charges. Il est possible que quelque fissure cachée, provenant de l'accident de 1881, ait échappé à l'examen minutieux fait en vue des réparations à exécuter ; ou encore que les fatigues spéciales alors éprouvées par la travée lui ait laissé la propension à se voiler de nouveau. »



Figure 6.7 : Gustave Eiffel photographié par Nadar en 1900 (Gallica.bnf.fr / BnF).

Le Jura-Simplon commande également un avis de droit au professeur Julius Baron (1834-1898) de l'Université de Bonn, qui fut professeur à l'Université de Berne, concernant sa responsabilité civile. Ce dernier conclut dans un mémoire du 25 janvier 1892 à l'absence de faute grave de la compagnie ferroviaire<sup>15</sup>.

### **Rapport de l'ingénieur Broekman aux Pays-Bas**

De son côté, le ministre des Travaux publics, du Commerce et des Transports des Pays-Bas charge indépendamment l'ingénieur Broekman d'une enquête sur la cause présumée de l'effondrement du pont sur la Birse<sup>16</sup>. Son rapport daté de 1892 indique les divers motifs qui permettent de croire que la construction avait un certain nombre de points faibles.

### **Contre-expertise de Röthlisberger**

Le Département de justice du canton de Bâle-Campagne charge le 23 mars 1892 Röthlisberger d'une contre-expertise sur les causes de l'acci-

dent. Le département agit en qualité d'autorité cantonale de poursuite pénale<sup>17</sup>. Le rapport de Röthlisberger, daté du 15 juillet 1892, aboutit à des conclusions très différentes de celles des experts fédéraux et de ceux du Tribunal civil (Fig. 6.8). Il se prononce en détails sur leurs conclusions<sup>18</sup>.

Il relève d'abord que si le dessin au 1/100<sup>ème</sup> soumis à l'approbation du Département fédéral des chemins de fer conformément aux prescriptions en vigueur permettait de se rendre compte de la disposition d'ensemble du pont, « il lui était impossible, par contre, de l'apprécier complètement et d'exprimer une opinion sur la solidité de sa construction ». « Il aurait été nécessaire pour cela que le dessin d'ensemble au 1/100<sup>ème</sup> eut été complété [par] des calculs de résistance complets. »<sup>19</sup>

Il examine la sécurité au flambage des barres comprimées au milieu du pont, lors du passage d'un train. Le flambage se produit sur des poutres élancées, soumises à un effort de compression. Elles peuvent brusquement fléchir et se déformer dans une direction perpendiculaire à l'axe de compression (passage d'un état de compression à un état de flexion).

Röthlisberger compare les différentes formules de calcul au flambage en vigueur :

« Si nous examinons les calculs des Experts fédéraux, nous trouvons tout d'abord qu'ils sont basés sur la formule empirique de Schwarz-Rankine, aussi fréquemment employée que celle d'Euler. Nous ne parlerons point de la formule de M. le Prof. Tetmajer puisque celle-ci est connue depuis peu de temps seulement et ne pouvait être adoptée dans les calculs du pont. Nous ne saisissons pas bien pourquoi ces Experts ont calculé les barres du treillis du pont avec deux formules différentes, conduisant à des résultats divergents, sans indiquer quelle était celle des deux formules qui leur inspirait le plus de confiance<sup>20</sup>.

» Nous répétons que [le] procédé de calcul [des Experts fédéraux] peut être justifié, s'il est présenté comme exemple à des élèves, mais l'accumulation de tant d'hypothèses défavorables constitue un excès de précautions<sup>21</sup>. »

Röthlisberger effectue le calcul au flambage des barres centrales comprimées en comparant les résultats des deux formules pour deux hypothèses concernant l'encastrement aux extrémités des barres. Dans tous les cas, le coefficient de sécurité est supérieur à 3,3. Il en conclut<sup>22</sup> :

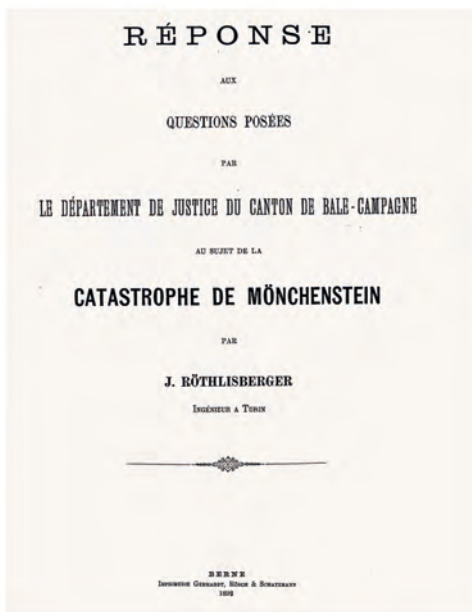


Figure 6.8 : Dossier relié de Röthlisberger contenant les documents liés à la catastrophe du pont de Mönchenstein ; pages de couverture du rapport d'expert de Röthlisberger du 15 juillet 1892 et de l'annexe « Essais du pont de Viège » du 31 juillet 1892 dans la version originale en français et dans la traduction en allemand (archives de famille).

« Nous ne pouvons donc pas attribuer à la faiblesse des sections des barres du treillis la principale cause de la rupture du pont. »

Il se prononce également sur la question des tensions secondaires du fait de l'excentricité dans les attaches des barres<sup>23</sup> :

« A l'époque de la construction du pont, l'étude des tensions secondaires était à peine commencée, et les conclusions de cette étude ne sortaient guère des cabinets des savants. La grande quantité de ponts, exécutés jusqu'à nos jours, qui peuvent prêter à des critiques semblables ou plus sérieuses encore nous semble démontrer que les effets des tensions secondaires sont bien loin d'avoir la gravité que l'on veut leur attribuer actuellement, puisque toutes ces critiques s'appliquent le plus souvent à des ponts en parfait état de conservation.

» Nous ne nions point l'existence de ces tensions, mais nous n'admettons point non plus qu'elles aient contribué à la catastrophe. »

Il note enfin que la qualité des fers du pont correspondait aux exigences fixées dans le cahier des charges du maître de l'ouvrage. Le lundi 11 juillet 1892, Röthlisberger écrit à sa femme, de Zurich (fig. 6.9). Les extraits de cette lettre montrent sa calligraphie d'ingénieur.

Il mentionne sa prochaine rencontre avec Robert Moser (1838-1918), ingénieur en chef du Nordostbahn (NOB), en vue de la construction de 92 ponts dans le quartier industriel et pour la ligne de la rive droite du lac de Zurich (voir chapitre 7 : viaducs à Zurich), et ses essais à Viège dans le cadre de son expertise :

« Me voici au bout de mon voyage, au moins je l'espère. A Lausanne, lundi passé, j'y ai trouvé des lettres de Turin m'annonçant que ces bienheureux dessins, que j'attendais avec tant d'impatience, ne pouvaient pas arriver avant samedi 9 courant. C'est pour cela que j'ai modifié mon programme de voyage et que je puis m'épargner ainsi deux mauvaises nuits en chemin de fer. Et toi, chérie, je pense que tu as passé ton temps à soupirer et à transpirer. L'absence de la petite [leur fille est en séjour à Neuchâtel] et la mienne t'auront paru rude à supporter. Mais hélas, qu'y faire ? On est rarement maître de diriger sa destinée suivant sa volonté.

» Pour te consoler, répète-toi que pour moi ces voyages deviennent une fatigue et une horreur toujours plus grandes. Et cependant, il faut bien que je m'y soumette. Je me suis arrêté mardi à Berne, de 10 h du matin

Zurich 11 Juillet 1892

Ma chère Blanche. —

Me voici au bout de mon voyage,  
 Au moins je l'espère. Cependant,  
 Comme ce ne sera qu'après avoir  
 Vu le <sup>Dr</sup> Moser, que je saurai si je  
 pars définitivement ce soir, je t'en-  
 voie à tout hasard cette lettre.

Les essais que j'ai fait à  
 Viège suront, je crois, un certain  
 résultat. Au moins il m'ont  
 démontré que ce pont, que j'ai  
 fait en 1876, du type de Monchan  
 Heltu (mais infiniment mieux  
 projeté) se comporte parfaitement  
 bien, et que nulle part les efforts  
 réels ne surpassent ceux que  
 j'avais calculés. — Ce n'est qu'à  
 Turin, après une assez longue  
 étude, que je pourrai ven-  
 rendre compte des déductions  
 à tirer de mes essais de Viège.

J. Röthlisberger

Figure 6.9 : Extrait de la lettre du 11 juillet 1892 de Röthlisberger à sa femme (archives de famille).

à 1 h et demi. En fait de connaissances, je n'ai trouvé que le Dr Dubois et sa femme qui tous deux te font bien saluer. Dubois, le dimanche précédent, était allé au [pont sur la Schwarzwasser construit par Röthlisberger en 1880-1882] et l'a photographié ; il m'enverra, dit-il, un exemplaire du produit de sa manie.

» Les essais que j'ai faits à Viège auront, je crois, un certain résultat. Au moins, ils m'ont démontré que ce pont que j'ai fait en 1876, du type de celui de Mönchenstein (mais infiniment mieux projeté) se comporte parfaitement bien, et que nulle part les efforts réels ne surpassent ceux que j'avais calculés. Ce n'est qu'à Turin, après une assez longue étude, que je pourrai me rendre compte des déductions à tirer de mes essais à Viège.

» Au revoir donc à jeudi matin, à onze heures. Je passerai par Luino, parce que l'arrêt à Milan, pendant 3 heures, me plaît fort peu. »

Röthlisberger vérifie ses calculs en procédant le 9 juillet 1892 à des mesures de déformations sur un pont biais comparable, qu'il avait construit à Viège entre 1876 et 1877 (voir fig. 3.7). Il travaillait alors pour l'entreprise Ott & Cie. Il fait rouler sur le pont des trains chargés et relever les déformations sur les barres du pont. Celles-ci sont équipées des nouveaux appareils de mesure, inventés par le professeur Fränkel (1841-1895) de Dresde<sup>24</sup> :

« Les multiplicateurs dont ils sont munis augmentent jusqu'à 150 fois environ les déformations réelles des barres, permettant de les lire facilement. Un mouvement d'horlogerie, appliqué à chaque appareil, produit le déroulement d'une bande de papier [fig. 6.10]. Une pointe trace un diagramme qui indique la variation des efforts développés dans une même barre. »

Röthlisberger démontre que l'effondrement du pont de Mönchenstein est la conséquence probable d'un l'affaissement de 75 cm de l'appui amont de la culée du pont, sur la rive gauche de la Birse, côté Bâle (fig. 6.11). Celui-ci était survenu durant les inondations des 2 et 3 septembre 1881. La culée fut reconstruite à la fin d'avril 1882. Il note<sup>25</sup> :

« La catastrophe a démontré suffisamment à nos yeux que l'avarie de 1881 avait détérioré le pont au point de compromettre définitivement sa solidité ; mais nous déclarons que si aujourd'hui nous n'hésiterions pas dans un cas semblable à imposer la reconstruction du pont, nous

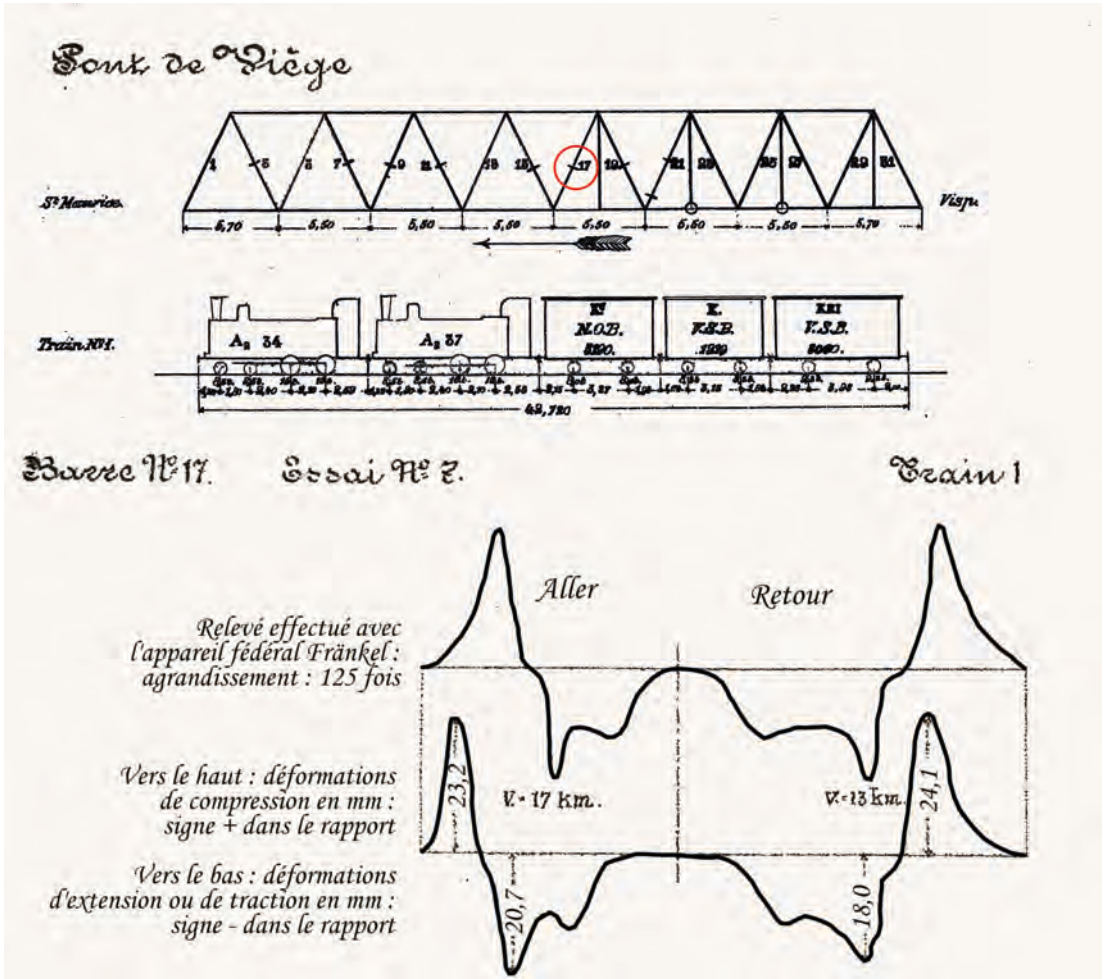


Figure 6.10 : Pont de Viège et relevé des déformations lors d'un des essais du 9 juillet 1892, présenté dans l'annexe datée du 31 juillet 1892 au rapport Röthlisberger (archives de famille).

ne pouvons pas non plus prétendre que nous aurions pris à cette époque la même décision, d'autant plus que nous n'avons pu nous rendre compte *de visu* de la gravité de l'avarie de 1881 [Röthlisberger travaillait alors pour l'entreprise Ott & Cie à Berne ; un de ses monteurs avait examiné les dégâts<sup>26</sup>]. Nous croyons du reste que même les ingénieurs les plus expérimentés n'auraient pas prononcé un avis de ce genre. Dans des cas pareils, pour avoir le droit d'être écouté, il ne suffit pas d'exprimer des craintes vagues, il faut démontrer la vérité de ses assertions, soit par des faits déduits de l'expérience, soit par une analyse fondée sur des bases irréfutables. »

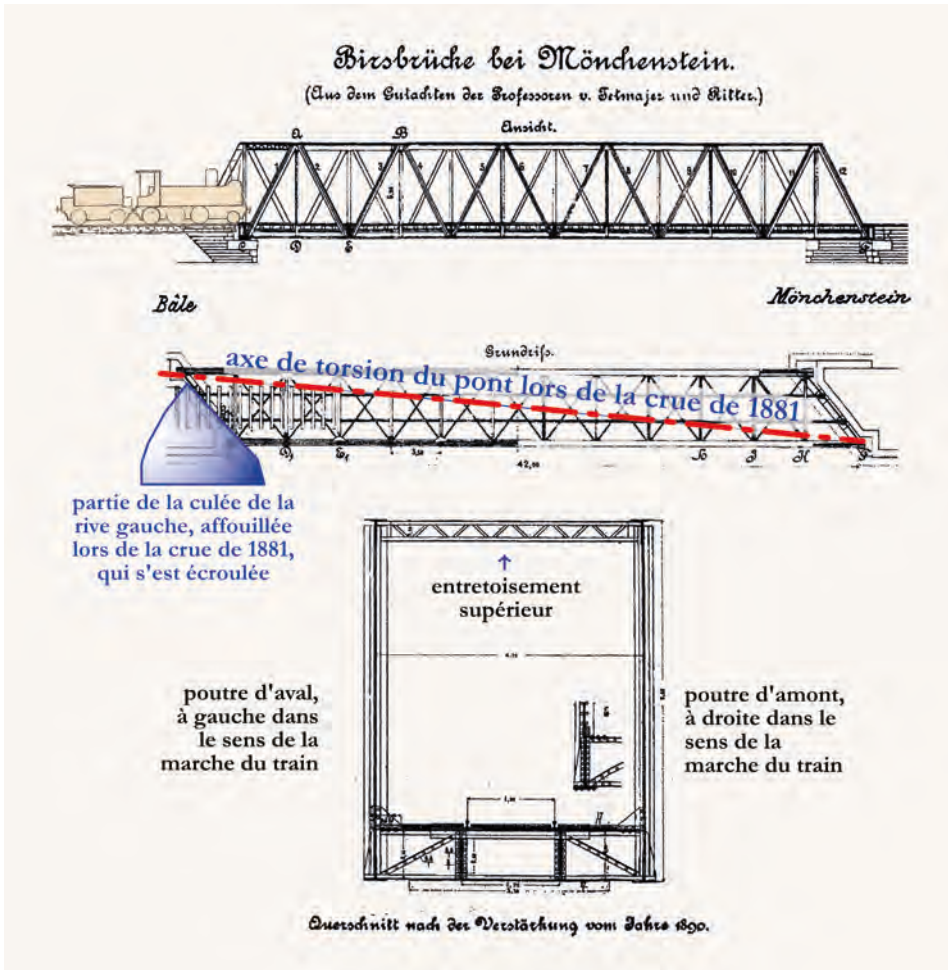


Figure 6.11 : Torsion subie par le pont de Mönchenstein à la suite de l'affaissement de 75 cm de la culée gauche lors de la crue de la Birse de 1881. Les plans – annotés par l’auteur – figurent dans le rapport Ritter-Tetmajer: le pont est renforcé en 1890 (Mehrtens, *Stahl und Eisen*, décembre 1891, Bibliothèque de l’École polytechnique de Silésie en Pologne).

Dans les conclusions de son rapport d’expertise du 15 juillet 1892, Röthlisberger indique que l’affaissement de la culée avait produit des fissures impossibles à détecter<sup>27</sup> :

« Nous supposons donc que la catastrophe est la suite directe de l’accident de 1881. Le pont était resté affaibli d’une manière permanente ; probablement des fissures, restées inobservées, dans les entretoisements supérieurs près de la tête du pont vers Bälde, se sont agrandies peu à peu et ont provoqué, au moment de l’entrée du train sur le pont,

les ruptures d'attaches constatées par le chauffeur de la première machine. La poutre d'amont, qui en 1881 avait subi de plus grandes déformations que celle d'aval, de ce côté-là, a dû se voiler et amener la chute du pont.

» D'après ce qui précède et après la lecture attentive des actes, nous ne pouvons attribuer la catastrophe du pont de Mönchenstein qu'à un cas absolument fortuit. Le contrôle et l'entretien du pont ont été faits régulièrement, et il est impossible de relever dans les rapports des agents de la Compagnie ou des ingénieurs du contrôle [fédéral] des traces de négligence ou d'incurie. Nous devons de plus admettre que ces ingénieurs possédaient toute l'expérience requise pour l'exercice de leurs fonctions.

» La vitesse du train qui n'a pas dépassé 40 kilomètres sur le pont n'entre pour rien dans la catastrophe, car elle est bien loin d'être exagérée et il n'est pas prouvé jusqu'ici qu'une vitesse de ce genre puisse altérer la résistance d'un pont.

» En considérant le temps fort long qui s'est écoulé depuis la construction du pont et depuis l'accident de 1881, on était en droit de n'avoir aucune crainte sur sa solidité. »

### **Ordonnance fédérale du 19 août 1892 concernant la construction des ponts**

Le Conseil fédéral adopte le 19 août 1892 l'ordonnance concernant le calcul, l'inspection et l'épreuve des ponts et charpentes métallique sur les chemins de fer suisses. Cette ordonnance unifie les bases de calcul des ponts. Le projet était à l'étude. L'effondrement du pont de Mönchenstein accélère la décision. Elle est immédiatement mise en application pour la construction des ponts métalliques de la ligne ferroviaire de la rive droite du lac de Zurich (voir chapitre 7 suivant).

### **Décision du Conseil d'Etat de Bâle-Campagne de septembre 1892 de ne pas donner de suite à l'enquête pénale**

La *Gazette de Lausanne* fait part le 16 septembre 1892 de la décision du gouvernement de Bâle-Campagne de ne pas donner de suite à l'enquête pénale dans l'affaire du pont du Mönchenstein<sup>28</sup> :

« [Elle] paraît se fonder essentiellement sur les conclusions de M.

Röthlisberger, ingénieur, le dernier expert consulté. La *Nationalzeitung* a publié ce rapport, dont voici le passage final :

» Il est impossible de dire exactement pourquoi le pont s'est rompu. Les experts fédéraux ont signalé certaines parties du pont comme trop faibles ; elles ne l'étaient pas à ce point que l'accident puisse être attribué à leurs insuffisances. La catastrophe est la conséquence directe des hautes eaux de 1881. [Elle] doit par conséquent être attribuée à un fait imprévu.

» Le journaliste souligne que « la décision du gouvernement de Bâle-Campagne n'a pas été bien accueillie, surtout pas dans la ville de Bâle, où l'émotion causée par l'accident de l'an dernier semble à peine calmée. Les journaux bâlois se reconnaissent incompetents pour discuter la question technique. » Il cite aussi un article des *Basler Nachrichten* qui estiment que les motifs de l'ordonnance du non-lieu, très sommaires, sont insuffisants pour convaincre l'opinion : « Et si quelqu'un s'imaginait qu'un semblable événement s'estompe par degrés pour tomber dans l'oubli, il se ferait une grosse illusion. »

### « Super-expertise » du professeur Collignon et de l'ingénieur en chef Hausser

De son côté, compte tenu de contradictions entre les expertises Ritter-Tetmajer et Zschokke-Seifert, le Conseil fédéral demande, le 23 août 1892, à deux nouveaux spécialistes, Edouard Collignon (1831-1913), professeur à l'École des ponts et chaussées à Paris, et l'ingénieur en chef Hausser à Bordeaux, de se prononcer sur les causes de la catastrophe et se déterminer sur les expertises précédentes. Ils confirment de manière indépendante, dans leur rapport daté du 17 octobre 1892, les conclusions de Röthlisberger<sup>29</sup> :

« Notre propre travail était achevé, quand nous avons reçu communication, à la date du 10 octobre 1892, de l'avis exprimé par M. Röthlisberger. Il y a une telle concordance entre notre opinion et celle de M. Röthlisberger, que nous venons seulement de connaître, qu'il a suffi d'intercaler un paragraphe dans le présent chapitre sans que nous n'ayons eu quoi que soit à modifier dans notre exposé et dans nos conclusions. »

Les experts français relèvent notamment :

« M. Röthlisberger montre, en ce qui concerne les calculs de MM. Ritter et Tetmajer, combien les conditions défavorables sont accumulées, comme à plaisir, en contradiction avec la réalité et avec ce que la pratique enseigne. Après avoir montré que M. Tetmajer ne semble guère d'accord avec lui-même, en reprenant les calculs, il arrive à un résultat comparable à celui que donne la formule d'Euler, judicieusement employée<sup>30</sup>.

» Quand on calcule un pont métallique, on suppose que toutes les barres sont articulées et réduites à une ligne, qui est la direction même des forces, leur point d'application est le sommet des angles. C'est là une hypothèse. La force, ligne unique, est un être de raison, sans réalité objective, M. Ritter, l'un des experts fédéraux, a essayé de simplifier ces recherches [sur les efforts secondaires] : dans ses cours, de l'école polytechnique de Zurich, il s'est évertué à appliquer la statique graphique à ces investigations. On ne saurait trop encourager des recherches de ce genre, mais il ne faut pas perdre de vue qu'il faut perpétuellement contrôler le calcul par la réalité<sup>31</sup>. »

### **Jugements contradictoires des tribunaux**

Le Tribunal civil de Bâle-Ville se prononce le 17 septembre 1892 sur la responsabilité civile du Jura-Simplon<sup>32</sup>. Il ne prend pas en considération le rapport de Röthlisberger. Il était ingénieur dans l'entreprise bernoise Ott & Cie, dont un monteur avait examiné les dégâts au pont en 1881. Basé sur le rapport de ses experts, MM. Zschokke et Seifert, le tribunal conclut à la négligence grave du Jura-Simplon au sens de la loi sur la responsabilité civile des entreprises de chemins de fer.

La Cour d'appel de Bâle-Ville confirme ce jugement le 27 décembre 1892<sup>33</sup>. Se référant toutefois aux rapports des experts Röthlisberger ainsi que Collignon et Hausser, elle constate que la cause de la rupture du pont résulte des dégâts et avaries subis lors de la crue de la Birse en 1881. Les réparations faites au pont n'ont pas été suffisantes pour en assurer la solidité.

En revanche, saisi par un citoyen bernois, le Tribunal de Berne juge le 1 février 1893 que le Jura-Simplon n'a pas commis de négligence grave<sup>34</sup>. Le plaignant n'obtient pas d'indemnités supplémentaires.

Le Tribunal fédéral statue, le 13 mars 1893, sur le recours du Jura-Simplon contre le jugement de la Cour d'appel de Bâle-Ville<sup>35</sup>. Il juge, à toutes les voix contre une, que le Jura-Simplon n'est pas coupable de négligence grave (fig. 6.12). Cette décision a pour effet que les dommages-intérêts sont calculés de manière nettement plus basse. Soixante-huit cas sont en suspens.

Trois jours plus tard, plusieurs conseillers nationaux déposent une motion invitant le Conseil fédéral à adapter la loi sur la responsabilité des entreprises de chemins de fer en se référant aux dispositions du Code des



Figure 6.12 : Page de couverture du jugement du Tribunal fédéral suisse des 10, 11 et 13 mars 1893 concernant la responsabilité civile de la Compagnie du chemin de fer Jura-Simplon dans l'exploitation ferroviaire (archives de famille).

obligations. Douze ans sont nécessaires pour modifier la loi avec plusieurs navettes entre le Conseil fédéral et le parlement. Une nouvelle loi est adoptée le 28 mars 1905. Elle est toujours en vigueur. Elle n'a subi que peu d'amendements en 120 ans.

Ritter maintient son point de vue dans un long article daté du 5 mai 1893, publié par la *SBZ*<sup>36</sup>. Tetmajer semble s'en être distancé.

### **Épreuves de charges à la rupture conduites en 1894 sur le pont de Wolhusen dans l'Entlebuch**

Le Département fédéral suisse des postes et des chemins de fer poursuit les recherches sur la résistance des ponts. Il saisit l'occasion du remplacement du pont sur la petite Emme à Wolhusen dans l'Entlebuch, canton de Lucerne, (coord. : 47.05687N, 8.07408E) pour mesurer en avril 1894 les déformations et les charges conduisant à la rupture. Le résultat de ces épreuves est publié par l'ingénieur du contrôle fédéral des ponts dans le *Rapport sur les épreuves de charge jusqu'à la rupture de l'ancien pont sur l'Emme à Wolhusen*, daté de 1895<sup>37</sup>. Le rapport est la dernière pièce dans le dossier de Röthlisberger sur la catastrophe.

Le pont se trouve sur la ligne Berne – Lucerne. Il est construit en 1874 par la maison Ott & Cie. Le Jura-Simplon, propriétaire de la ligne, étudie d'abord le renforcement des poutres principales pour répondre aux dispositions de la nouvelle ordonnance. Finalement, il décide de le remplacer. Le nouveau pont est monté sur un échafaudage à l'amont. Les deux tabliers sont ripés en juillet 1893. Ce pont présente des similitudes avec celui de Mönchenstein. La portée de chaque poutre est de 48,6 m. Il franchit la rivière avec un biais de 48 degrés. Les essais sont effectués en avril 1894. Le rapport est accompagné de photographies du pont après sa rupture. Elles montrent les barres qui ont subi un flambage (fig. 6.13).

### **Un historique à mettre à jour**

Nombre d'historiens contemporains attribuent toujours l'effondrement du pont de Münchenstein à des erreurs de conception du constructeur, l'entreprise Eiffel. Ils se basent sur les conclusions de Ritter et de Tetmajer. Celles-ci sont toutefois clairement contredites par Röthlisberger ainsi que par Collignon et Hausser. L'accident découle des avaries subies en 1881 à la suite de l'effondrement d'une partie de la culée gauche du

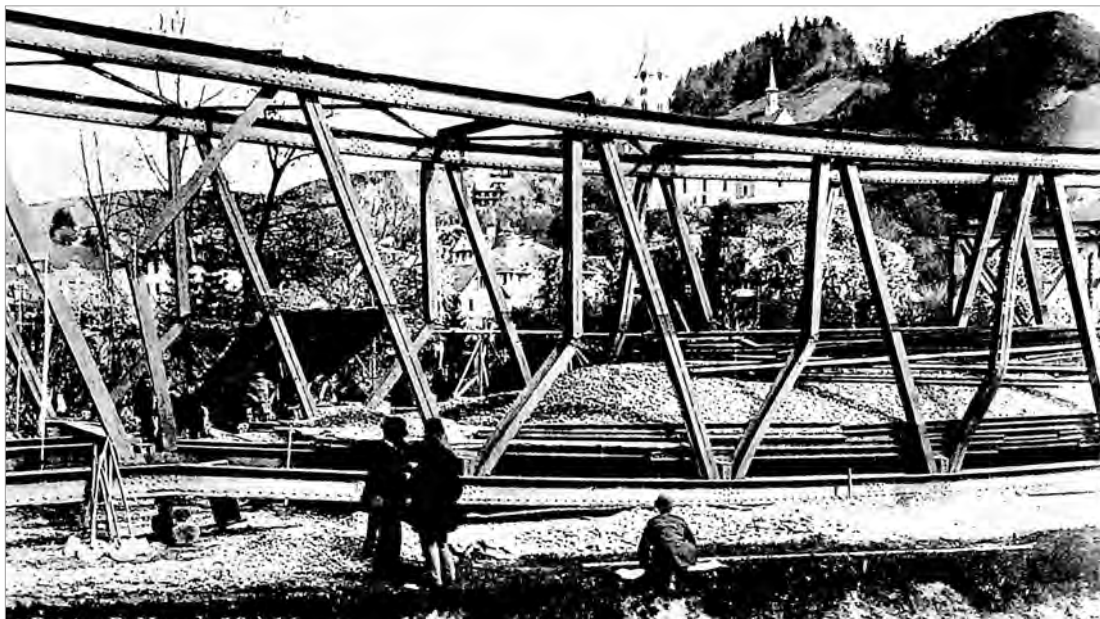


Figure 6.13 : Extrait du rapport fédéral de 1895 montrant les essais sur l'ancien pont de Wolhusen, en avril 1894 sur la poutre B, nœuds 10 à 16. Sous l'effet du flambage, les barres centrales comprimées sont pliées (archives de famille).

pont lors d'une crue de la Birse. Le Tribunal fédéral le confirme en 1893 dans un arrêt de référence, très détaillé sur vingt-quatre pages<sup>38</sup>.

L'étude des archives de Röthlisberger permet désormais aux chercheurs de corriger leurs explications sur les causes de la catastrophe.

Les protagonistes liés à la catastrophe, maître de l'ouvrage, constructeurs et experts, figurent parmi les ingénieurs les plus réputés de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle : l'ingénieur en chef Bridel, le concepteur du projet ; l'ingénieur et entrepreneur Eiffel, le constructeur du projet ; les professeurs Ritter et Tetmajer de l'École polytechnique fédérale, à Zurich ; Zschokke, alors chargé de cours à l'École polytechnique fédérale ; le professeur Gaudard de l'École d'ingénieurs de l'Université de Lausanne ; l'ingénieur en chef Röthlisberger ; le professeur Collignon de l'École des ponts et chaussées.

Bridel, Eiffel et Gaudard sont des « centraliens », formés à l'École centrale des arts et manufactures de Paris. Zschokke, Ritter, Tetmajer et Röthlisberger ont étudié à l'École polytechnique fédérale.

## L'énigme du rapport Ritter-Tetmajer et contexte politique

Les professeurs Ritter et Tetmajer de Zurich ont-ils été mis sous pression par la politique ?

Il est difficile de comprendre que ces éminents spécialistes de la construction métallique se soient pareillement trompés avec leur rapport à charge contre le constructeur, l'entreprise française Eiffel. Le délai de garantie de dix ans, imposé par la loi à l'entrepreneur, est alors du reste prescrit<sup>39</sup>. Certes, ils ménagent le maître de l'ouvrage de l'époque, le chemin de fer du Jura bernois, et en particulier Bridel, son réputé ingénieur en chef. Il avait établi le projet initial et vérifié le projet d'exécution. Röthlisberger et le professeur Collignon de l'Ecole des ponts à Paris sont particulièrement sévères à l'égard des experts fédéraux. Le Tribunal fédéral suggère de son côté une intervention politique<sup>40</sup> (trad.) :

« Les assertions contenues dans l'expertise de Ritter-Tetmajer – selon lesquelles le pont souffrait de défauts de construction qui devaient sauter aux yeux des spécialistes dès un examen superficiel, que son effondrement n'avait rien d'étonnant pour les techniciens, etc. – sont contredites par le contenu des autres expertises ; elles ne concordent d'ailleurs pas non plus avec les propres déclarations des experts Ritter et Tetmajer dans leur lettre du 20 juin 1891 au président de la Confé-

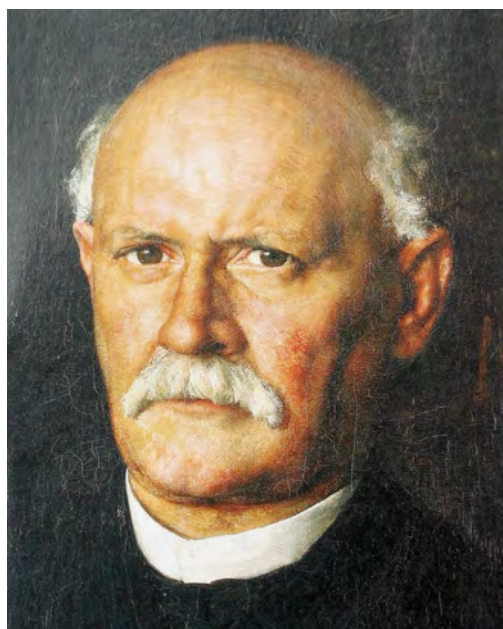


Figure 6.14 : Emil Welti en 1887, conseiller fédéral, chef du Département des postes et chemins de fer par Karl Stauffer-Bern (Aargauer Kunsthhaus).

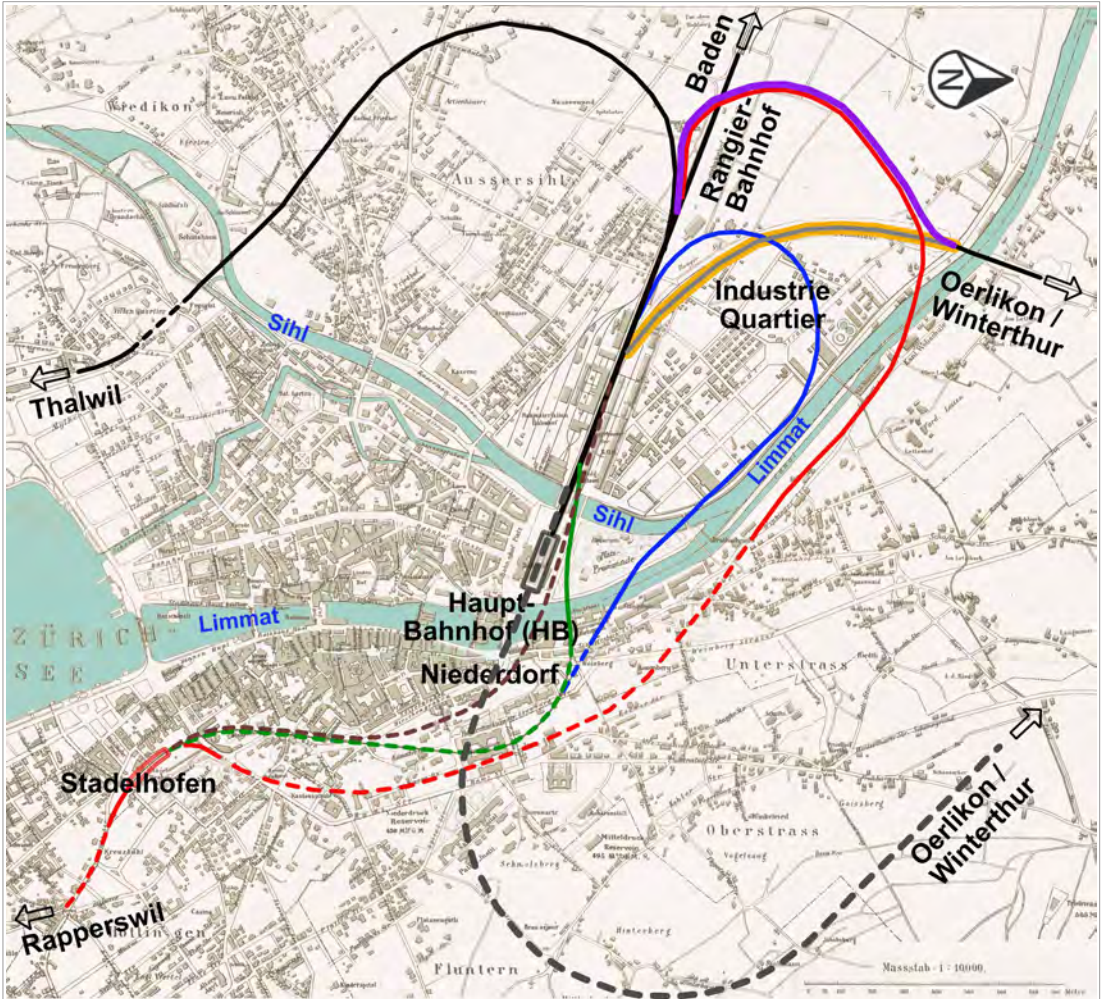
dération [Welti], dans laquelle ils déclarent, après plusieurs jours d'enquête, qu'il est encore difficile à ce stade de déterminer avec certitude les causes de l'accident. Ni la conception du pont ni la qualité du fer ne peuvent à ce moment être tenues pour responsables de l'accident. »

La catastrophe de Mönchenstein se produit dans le contexte tendu de la nationalisation du réseau ferroviaire principal. Welti, conseiller fédéral depuis 24 ans déjà et président de la Confédération pour la sixième fois, est l'artisan de ce projet<sup>41</sup> (fig. 6.14). Il critique la mauvaise gestion des différents réseaux ferroviaires et leur manque de coordination dans la tarification et l'établissement des horaires. La Confédération avait acquis du canton de Berne, l'année précédente, 30'000 actions du Jura-Simplon<sup>42</sup>. Le Conseil fédéral vient de soumettre le 21 mars 1891 aux Chambres fédérales le projet d'arrêté concernant l'achat du Central suisse<sup>43</sup>. Il est accepté le 25 juin 1891, 10 jours après la catastrophe. La décision est toutefois fortement contestée. Le 6 décembre 1891, l'arrêté est rejeté en votation populaire avec 68,9 % de « non »<sup>44</sup>. Le canton de Vaud se distingue en refusant le projet à 96,1%, sans un doute un record ! La Gazette de Lausanne écrit dans son édition du 7 décembre 1892 :

« L'achat du Central est rejeté. C'est très bien. Mais de grâce qu'on se donne maintenant la peine de ne pas commettre de nouvelles bévues. La question du rachat n'est pas de celles qu'on puisse résoudre dans une conférence entre deux trains. »

Welti présente le lendemain sa démission. Après son retrait, il est nommé vice-président du conseil de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich<sup>45</sup>. Son successeur au Département des postes et chemins de fer, Josef Zemp (1834-1908), poursuit la politique de nationalisation du réseau ferroviaire principal, mais avec une approche d'ensemble<sup>46,47</sup>. Le rachat des principales lignes de chemins de fer suisses est accepté en votation populaire le 20 février 1898 avec 67,9% de « oui ». Les Chemins de fer fédéraux (CFF) se constituent à partir de 1900.

Les enquêtes sur les accidents ferroviaires sont aujourd'hui assurées par le Service suisse d'enquête de sécurité (SESE). Il mène des enquêtes dans les domaines de l'aviation, des transports publics et de la navigation maritime avec le statut de commission extraparlamentaire. Ses membres travaillent de manière indépendante : « Le SESE et ses membres ne sont pas liés par des instructions. »<sup>48</sup>



Traits discontinus: tronçon en tunnel.

Noir : tracés existants en 1875.

Vert : tracé direct de 1875 de la ligne de la rive droite du lac de Zurich / Rechtsufrige Zürichseebahn (RU), projeté par Moser, ingénieur en chef du NOB.

Bleu: tracé "Moser" de 1875 de la RU modifié avec une boucle.

Rouge : tracé de la RU réalisé en 1894.

Mauve : tracé de la ligne de Winterthur (WL) corrigé en 1894.

Orange : tracé de la WL supprimé en 1894.

Brun : tracé du S-Bahn ouvert en 1990.

Gris : tracé de la ligne diamétrale (DML) Zurich – Oerlikon ouverte en 2014.

Base du plan : Zürich : Hofer & Burger graph. Anstalt, 1887, Zentralbibliothek Zürich, <https://doi.org/10.3931/e-rara-27437>, Public Domain Mark, Adaptation : V. Krayenbühl, 17 février 2026.

Figure 7.1 : Évolution du projet de la ligne ferroviaire de la rive droite du lac de Zurich.

## 7. Viaducs du quartier industriel à Zurich (1892-1894)

### Ligne ferroviaire de la rive droite du lac de Zurich

La construction des viaducs en acier de l'Aussersihl<sup>1</sup> (coord. : 47.38706N, 8.52437E) fait partie du chantier de la ligne ferroviaire de la rive droite du lac de Zurich (Rechtsufrige Zürichseebahn). La ligne est réalisée entre 1891 et 1894 par la compagnie des Chemins de fer suisses du Nord-Est (Schweizerische Nordostbahn ou NOB). Son siège est à Zurich. Elle est fondée par Alfred Escher (1819-1882)<sup>2</sup>, homme politique, promoteur de l'économie et des chemins de fer.

La commune d'Aussersihl fait depuis lors partie de la Ville de Zurich. Le secteur se trouve aujourd'hui dans l'ancienne zone industrielle, le « Kreis 5 », appelé aussi « Zürich-West ». La zone est désormais occupée par des bureaux, des musées et des commerces, aménagés dans les anciennes usines. Des commerces se trouvent aussi à l'intérieur des arches du viaduc en maçonnerie, le long de la Viaduktstrasse.

En 1847, une première ligne ferroviaire est exploitée entre la gare centrale de Zurich et Baden ; la première ligne de Suisse, entre Bâle et l'Alsace, date de 1845. La construction de la ligne de la rive droite du lac de Zurich débute en 1875. Le tracé retenu par Robert Moser (1838-1918)<sup>3</sup>, ingénieur en chef, prévoit un tunnel, sous le centre historique, entre Stadelhofen et le Niederdorf. La Limmat est franchie en pont<sup>4</sup> (fig. 7.1). Une gare est aménagée à côté de la gare centrale de Zürich sur le site de l'actuel Musée national suisse. Les difficultés financières du NOB de 1875 conduisent le Conseil fédéral à suspendre les travaux. La décision est appelée « Moratoire ». Moser quitte alors le NOB.

Le « Moratoire » est levé en 1887<sup>5</sup>. Moser est réengagé en 1888 par le NOB. Moser est assisté par les ingénieurs Gustav Mantel (1853-1908)<sup>6</sup> et Henry Amez-Droz (1862-1935)<sup>7</sup>. Sous la direction de Moser, Mantel, ancien assistant du professeur Ritter, est chargé des projets de ponts. Il participe aussi en 1891 à la préparation de l'ordonnance fédérale sur les ponts. En 1893, il est engagé par le Département fédéral des chemins de fer comme ingénieur de contrôle des ponts avec la responsabilité de la



Figure 7.2 : Vue en 1887 de la ligne de Winterthur traversant la zone industrielle d'Aussersihl en remblai avec au premier plan le pont sur la Limmat. La gare principale de Zurich se trouve entre la Limmat, à gauche, et la Sihl, à droite (Archive de la construction de Zurich).

surveillance des constructions du NOB. Après l'obtention de son diplôme d'ingénieur civil à l'EPFZ, Amez-Droz travaille pour la Savignano sous la direction de Röthlisberger.

Le développement urbain de Zurich implique l'étude de nouvelles variantes<sup>8</sup>. Les autorités locales s'opposent à l'aménagement du portail du tunnel à proximité du Niederdorf et aux traversées des routes à niveau.

Finalement, le projet retenu prévoit la sortie du tunnel au Letten puis le raccordement à la gare centrale par une boucle avec un grand rayon. La variante implique le déplacement du remblai de la ligne de Winterthur ; il se trouvait à l'emplacement de l'actuelle Röntgenstrasse (fig. 7.2). Ce premier projet est approuvé par la Confédération en 1890 ; il comporte un important remblai sur la commune d'Aussersihl dans un secteur encore agricole. Toutefois, les projets de développement de la zone industrielle nécessitent – pour assurer les traversées des nouvelles routes – de construire les voies ferroviaires sur des ponts plutôt que sur un nouveau remblai. Des ponts métalliques sont prévus pour franchir les routes. Le reste du tracé est construit sur des voûtes en maçonnerie, contre lesquelles s'appuient les ponts métalliques. La Confédération donne son accord aux modifications du projet en 1891. Le pont sur la Limmat est approuvé le 23 mars 1892.

### Introduction en Suisse de l'acier Thomas

Le tournant des années 1890 marque l'introduction en Suisse du « fer fondu » (Flusseisen), selon la terminologie officielle, fabriqué selon le procédé Thomas. Il remplace le fer puddlé, appelé « fer soudé » (Schweisseisen). Le terme « d'acier » ou « d'acier doux » est toutefois utilisé par les sidérurgistes pour désigner le fer fondu produit dans un « convertisseur ». Cette nouvelle technique s'impose rapidement.



Figure 7.3 : Tetmajer vers 1886 (ETHZ Bibliothek) ; voir page suivante.

Le procédé Bessemer, qui utilise un « convertisseur », est développé au début des années 1850. Mais il ne peut traiter qu'un minerai pauvre en phosphore, peu présent en Europe. Le procédé Thomas, mis au point à la fin des années 1870, permet de transformer les minerais riches en phosphore de la Lorraine ou de la Ruhr. Le professeur Tetmajer publie plusieurs articles dans la *SBZ* sur ce nouveau produit et les expériences faites à l'étranger<sup>9</sup> (fig. 7.3). Il cite le 7 mai 1892 une correspondance avec Röthlisberger (trad.) :

« Les ponts en fer fondu n'existent pas encore en Suisse. Les premiers ponts de ce type, en fer fondu Thomas, sont en construction sur la deuxième voie de la rampe nord du chemin de fer du Saint-Gothard.

» L'Italie nous a précédés dans l'utilisation du fer Thomas pour la construction de ponts. La Société anonyme de Savigliano, près de Turin, a construit à elle seule un grand nombre de ponts en fer fondu. Selon un rapport de mon ami, M. Röthlisberger, ingénieur en chef de la société, les ouvrages suivants ont été réalisés en fer fondu (principalement en fer Thomas) jusqu'en 1890/91 [voir fig. 7.4] :

- Pont de la Piazza Pia sur le Tibre à Rome [1889, provisoire jusqu'à l'ouverture en 1911 du pont Vittorio Emanuele II], 103 m de portée.
- Pont tournant Maddalena en Sardaigne [1891], 2 x 20 m de portée.
- Ponts militaires, système Eiffel, 22 à 45 m de portée.
- Pont sur le Tanaro de la ligne Gênes-Asti, 49 / 60 / 49 m de portée [fig. 8.3].
- Pont sur le Sesia, province de Novare, 7 x 42 m de portée.

» Les besoins en matériaux se sont élevés à 2070 t. M. Röthlisberger rapporte textuellement ce qui suit au sujet des expériences faites lors de la mise en œuvre du fer fondu [en français dans le texte] :

« Les expériences, que nous avons faites pendant la fabrication sont excellentes. Nous avons, soit poinçonné les trous, puis les avons alésés de 1,5 à 2 mm, soit percés au foret, sans jamais avoir eu de ruptures de pièces ou de fissures autour des trous. Les pièces ont été coupées à la tranche sans présenter jamais de traces d'altération. Il ne nous est jamais arrivé d'avoir des aciers (fonte avec 4,0 – 4,8 t par cm<sup>2</sup> de résistance à la traction) sortant sensiblement des limites de résistance indiquées plus haut. Aucune barre ne s'est rompue sous le dressage au marteau, etc. »

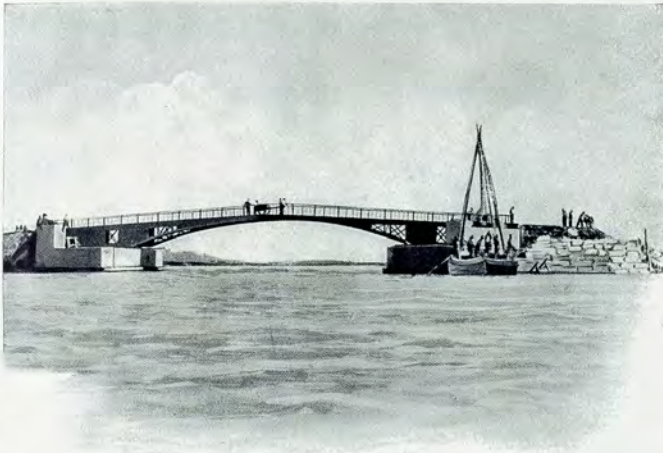
Figure 7.4 ( à droite ) : Ponts construits en acier par la SNOS, vers 1889/1890 selon le rapport de Röthlisberger au professeur Tetmajer (SNOS, 1914).

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO



DOUBLE PONT  
PROVISOIRE  
SUR LE TEVERE  
à Rome, Place Pia

103,50 m.  
d'Ouverture



PONT TOUR-  
NANT DE LA  
MADDALENA  
(Sardaigne)

Ouverture du canal  
25 m.  
Longueur totale du  
pont 43,40 m.



PONT  
DÉMONTABLE  
Système "Eiffel" -  
Type pour Chemin  
de fer.

Portée 48 m.

Moser propose dans une note du 14 mai 1892<sup>10</sup> à la direction du NOB d'utiliser de l'acier Thomas pour la construction des ponts :

« Étant donné qu'il est déjà difficile d'obtenir le < fer soudé > de bonne qualité utilisé jusqu'à présent, la plupart des usines sidérurgiques se préparent ou disposent déjà des installations pour l'exécution en < fer fondu >. Il existe plusieurs circulaires d'usines sidérurgiques indiquant qu'à l'avenir elles exécuteront tous les profilés en < fer fondu >.

» Même s'il n'y avait pas d'avantage à utiliser le < fer fondu >, la société serait probablement obligée de passer à ce matériau dans peu d'années.

» L'exécution en < fer fondu > n'est pas seulement recommandée en raison de la plus grande résistance et de la régularité de ce matériau, mais aussi parce qu'elle permet de réaliser une économie de 10 à 15%, avec des prix à peu près égaux .»

Il recommande d'aménager une auge métallique sur la structure des ponts et de la remplir de ballast pour la pose des voies. Usuellement, alors, les rails sont directement attachés à la structure métallique. L'augmentation de poids est compensée par la meilleure qualité de roulement. Les propositions de Moser sont retenues par la direction générale.

### Mise en soumission

Le marché prévoit la construction de 92 objets, dont 17 ponts d'une longueur de plus de 15 m pour la ligne de la rive droite du lac de Zürich, entre Zürich et Rapperswil, longue de 35,8 km et pour la correction du tracé de celle de Winterthur dans la zone industrielle. Les maçonneries et culées des ponts font l'objet de contrats distincts passés directement par la NOB. Les entreprises doivent signer un contrat type. Elles doivent respecter les prescriptions pour le calcul et la vérification des ponts fixées par le Département suisse des chemins de fer et établir les plans d'exécution. Les travaux de construction doivent débuter immédiatement ; tous les ponts doivent être terminés au plus tard le 15 juin 1893, soit dans un délai inférieur à une année.

L'appel d'offres est publié le 16 mai 1892 (fig. 7.5). Les plans et conditions sont à disposition au bureau de construction du NOB à Zurich (fig. 7.6). Le délai pour remettre une offre est fixé au 15 juin 1892.

**Schweizerische  Nordostbahn.**  
**Rechtsufrige Zürichseebahn.**  
**Ausschreibung von eisernen Brücken.**

Die Lieferung und Aufstellung des eisernen Ueberbaues von 92 kleineren und grösseren Brücken der Rechtsufrigen Zürichseebahn im Gesamtgewichte von circa 2500 Tonnen wird hiemit zur freien Bewerbung im Submissionswege ausgeschrieben.

Pläne und Bedingungen können jederzeit auf dem Baubureau der Nordostbahn, Glärnischstrasse Nr. 35, eingesehen werden.

Angebote auf Uebernahme einzelner oder aller Objecte sind unter der Aufschrift „**Baueingabe Rechtsufrige Zürichseebahn**“ bis spätestens 15. Juni d. J. schriftlich und versiegelt der Unterzeichneten einzusenden. (M7689Z)

**Zürich, den 16. Mai 1892.**  
**Die Direction der Schweiz. Nordostbahn.**

Figure 7.5 : Annonce du 16 mai 1892 du NOB pour la construction de 92 ponts métalliques (SBZ, ETHZ Bibliothek).

La SNOS soumet le 13 juin 1892 une offre au prix de 343,20 francs « pour chaque tonne de fer, acier doux (Flusseisen), fonte et acier coulé<sup>11</sup> » (fig. 7.7). Elle précise que « ces ponts seront fabriqués dans nos Usines de Savigliano (Piémont) et Turin, dont la production mensuelle est, pour les deux Ateliers, de 700 à 750 tonnes de fer et acier doux (Flusseisen) ».

Le 21 juin 1892, Moser présente à la direction du NOB la proposition d'adjudication des travaux à la SNOS. Il précise que la direction technique de la SNOS est en mains d'ingénieurs suisses et que leur chef, Röthlisberger, grâce à ses réalisations, s'est fait une excellente réputation. Son rapport souligne le prix très bas de la SNOS. L'entreprise milanaise Miani-Silvestri, classée 2<sup>e</sup>, est 30 % plus chère. Moser note que les petits ateliers suisses ne savent pas traiter le fer fondu. En raison d'une récession en Italie, la SNOS a moins de travail, mais souhaite conserver et occuper son personnel. Dans la finalisation du contrat, la SNOS s'engage à achever, le 1er avril 1893, les ponts de la ligne de Winterthur et, le 1er juillet 1893, tous les autres ouvrages. Le prix est adapté au montant de 350 francs la tonne.

# Rechtsufige Zürichseebahn.

## Verzeichniss der eisernen Brücken.

1. Loos.

N <sup>o</sup>	Kilometer	Objekt	System.	Lage der Fahrbahn	Richtungs- verhältnisse	Höhe	Lichtweite m.		Steigung ‰	Brückenfort- setzungsmitt. Längenm.
							überweg	normal		
<u>a. Rechtsufige Zürichseebahn.</u>										
1	1,22	Bauginlagisofbrücke	Gallgenabel	unter	R. 290 m		4	35	-	384
2	1,33	Limmthalpfaßbrücke	Heraltstränge		" 290 "		19,5		-	44
3	1,425	Falshubergbrücke	"	"	" 290 "		18,3		2	42
4	1,537	Reingrabenbrücke	"	"	" 290 "		18,6		2	42
5	1,670	Zopfstrassenbrücke	"	"	gewahrt		21,2		2	48
6	1,861	Grünwiesstrassenbrücke	"	"	"		20,9		5	47
7	1,977	Limmthalpfaßbrücke	"	"	"		23,4		5	51
8	2,1	Stroßhof	Luftbahn		R. 300		5		5	6
9	2,116	Bilgimattbrücke	Heraltstränge		" 300		23		5	70
10	2,136	Brücke bei Meier	Heraltstränge	oben	" $\frac{300}{450}$		16		5	30
11	2,22	Limmthalpbrücke	Stegen	"	" 400		$\frac{22,35}{12,45}$		5	350
12	2,55	Stroßhof zweifach	Zweck		gewahrt		22,2		-	4
13	2,67	Stroßgang	"	"	"	2,20	2,5		-	3
14	2,666	Stroßgang	"	"	"	2,20	2,0		-	2
15	2,808	"	"	"	R. 1000		2,0		5	2
16	2,988	"	"	"	gewahrt		2,0		5	2
										1127
<u>b. Winterthurer Linie.</u>										
1	1,22	Bauginlagisofbrücke	Gallgenabel	unter	R. 300		4	35	9	420
2	1,33	Limmthalpfaßbrücke	Stroßgang	oben	" 290		19,5		9	75
3	1,425	Falshubergbrücke	"	"	" 290		18,3		9	71
4	1,537	Reingrabenbrücke	"	"	" 310		18,6		9	72
5	1,670	Zopfstrassenbrücke	"	"	gewahrt		21,4		10	82
6	1,861	Grünwiesstrassenbrücke	"	"	R. 350		20,3		10	78
7	1,977	Limmthalpfaßbrücke	"	"	" 350		21,9		10	84
										882

## Réalisation des ponts par la Savigliano

Les ponts en acier sont réalisés par la SNOS sous la direction technique de Röthlisberger. Il rencontre Moser le 11 juillet 1892 pour examiner les plans préparés à Turin (voir fig. 6.9).

Les CFF ont conservé les plans de la ligne de Winterthur, établis par la SNOS dès la fin de juillet 1892, avant l'entrée en vigueur des nouvelles normes. Ils contiennent un sceau d'approbation avec la signature de Moser, à la date du 12 janvier 1893. La construction est retardée à la suite de l'entrée en vigueur, le 19 août 1892, de l'Ordonnance concernant le calcul, l'inspection et l'épreuve des ponts sur les chemins de fer suisses. La Confédération fixe de nouvelles prescriptions de calcul, notamment au flambage des membrures et barres comprimées, de contrôle de la qualité du fer, d'épreuves de charge et de révisions périodiques. Une nouvelle approbation fédérale est nécessaire. Le 14 février 1893, Moser fait part à sa direction de son irritation concernant le retard pris. L'ingénieur de contrôle du Département fédéral des chemins de fer se plaint que les documents fournis par le NOB ne respectent pas les nouvelles prescriptions. Moser note<sup>12</sup> (trad.) :

« On peut encore faire remarquer qu'un homme qui veut se baser un tant soit peu sur les conditions réelles doit aussi admettre qu'au stade actuel de l'exécution, tout ne peut pas être adapté d'un seul coup à une autre conception. »

La circulaire d'application de l'ordonnance n'a été approuvée par le Conseil fédéral qu'en date du 22 octobre 1892. Cette circulaire n'est portée que plus tard à la connaissance de la direction des travaux. Les ponts doivent être renforcés. L'approbation fédérale est finalement délivrée au début avril 1893 pour les ponts de l'Aussersihl. La décision intervient à fin juin pour le pont sur la Limmat. A la fin de 1892, la SNOS charge son ingénieur Robert Gubser (1862-1902) d'assurer sur place la direction des travaux (voir annexe 2). Il est diplômé de l'EPFZ. Il a déjà assuré pour la Savigliano la direction des travaux des ponts de Casalmaggiore, Paderno et Crémone. Sa famille habite alors à Zürich, à Rämistrasse notamment, près de l'ancienne école cantonale. Son père, Beat Gubser (1836-1882),

Figure 7.6 (à gauche) : Extraits de la liste des ponts métalliques à construire pour la ligne de chemin de fer de rive droite du lac de Zurich et la ligne de Winterthur, établi par Moser pour l'appel d'offres du 16 mai 1892 (SBB Historic, VGB\_GEM\_2001/008\_146\_01).

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO

ANONIMA CON SEDE IN SAVIGLIANO - CAPITALE VERSATO L. 2.500.000

Officine in Savigliano con Succursale a Torino (Barriera di Lanzo)

DIREZIONE  
- IN TORINO -  
Vittorio Emanuele II  
9267.

Torino 13 Juin. 1892

Direction des Chemins de fer du Nord-Est-Suisse  
Zurich

Messieurs,

Le Soussigné, en sa qualité de Directeur Général de la Société Nationale des Usines de Savigliano (Piémont) au Capital versé de L. 2.500.000, avec Direction à Turin, Cours Victor Emmanuel N. 67, ayant pris connaissance des Cahiers de charges, dessins et documents relatifs à l'adjudication des ponts métalliques de la "Rechtshuige-Zürichseebahn", ainsi que du tracé de la ligne sur le terrain, se déclare par la présente prêt à en entreprendre la fabrication et le montage aux conditions stipulées par votre Compagnie, au prix moyen de 343,20 francs (trois cent quarante trois francs et vingt centimes) pour chaque tonne de fer, acier doux (flüsseisen), fonte et acier coulé, et cela pour tous les ponts des quatre sections de la ligne Zurich-Rapperswyl.

Ces ponts seraient fabriqués dans nos Usines de Savigliano (Piémont) et Turin, dont la production mensuelle est, pour les deux Ateliers, de 700 à 750 tonnes de ponts en fer et acier doux (flüsseisen).

Les aciers doux et fers employés dans la construction de vos ponts seraient de provenance allemande.

Je vous prie, Messieurs, mes salutations distinguées.

J. O. Moreno

originaire du canton de Saint-Gall, fut un ingénieur renommé dans la construction de ponts métalliques (voir annexe 1).

Les travaux de construction des ponts en acier sont achevés une année plus tard, en mars 1894. Le contrôle de la qualité des fers fait l'objet d'un suivi constant par Tetmajer et son nouveau laboratoire<sup>13</sup>. La ligne est ouverte à l'exploitation le 15 mars 1894 entre Zurich-Stadelhofen et Rapperswil et le 1 octobre 1894 entre la gare centrale de Zurich et Stadelhofen.

Robert Gubser indique dans son carnet de comptes que le poids des ponts de la ligne de Winterthur et celle de la rive droite du lac de Zurich est de 3125 t (fig. A2.6) ; lors de l'appel d'offres, ce poids était estimé à 2500 t.

### Description des ponts

Les deux ponts parallèles en courbe franchissant la zone de manœuvre à l'entrée de la gare centrale du Zurich (coord. : 47.38425N, 8.52094E) sont formés d'une succession de 15 travées droites d'une portée de 42 m, avec des poutres maîtresses de forme parabolique (fig. 7.8).

Le remblai (Erddamm) initialement envisagé dans le quartier industriel est remplacé par des ponts avec des voûtes en maçonnerie. Les routes futures sont franchies par des ponts en acier avec des poutres maîtresses à treillis double, appuyés sur les ouvrages en maçonnerie (fig. 7.9). La double voie en direction de Winterthur est en rampe, alors que la simple voie en direction de Letten est en palier.

Le tablier de la ligne à simple voie de Letten est fixé au bas des poutres. Le pont de la ligne de Letten qui franchit la rue du Sihlquai (coord. : 47.38829N, 8.52873E) est soutenu par deux poutres de type Schwedler (1823-1894) en treillis de hauteur variable (fig. 7.10 et 7.11). Enfin, le pont en courbe de Letten sur la Limmat (coord. : 47.38824N, 8.53055E), d'un rayon de 450 m et d'une longueur de 123 m environ, a une structure élégante, avec une succession de trois travées droites – 36,9 m / 38,8 m / 47,1 m. Les poutres maîtresses sont en arc (fig. 7.12 et 7.13).

La tronçon Zurich Stadelhofen – Rapperswil, long de 30,3 km, est ouvert le 15 mars 1894. Le tronçon Zurich Hauptbahnhof – Stadelhofen, long de 5,7 km est ouvert le 1 octobre 1894.

Figure 7.7 (à gauche) : Extraits de l'offre manuscrite et en français de la SNOS du 13 juin 1892 pour 92 ponts (SBB Historic, VGB\_GEM\_2001/008\_146\_01).

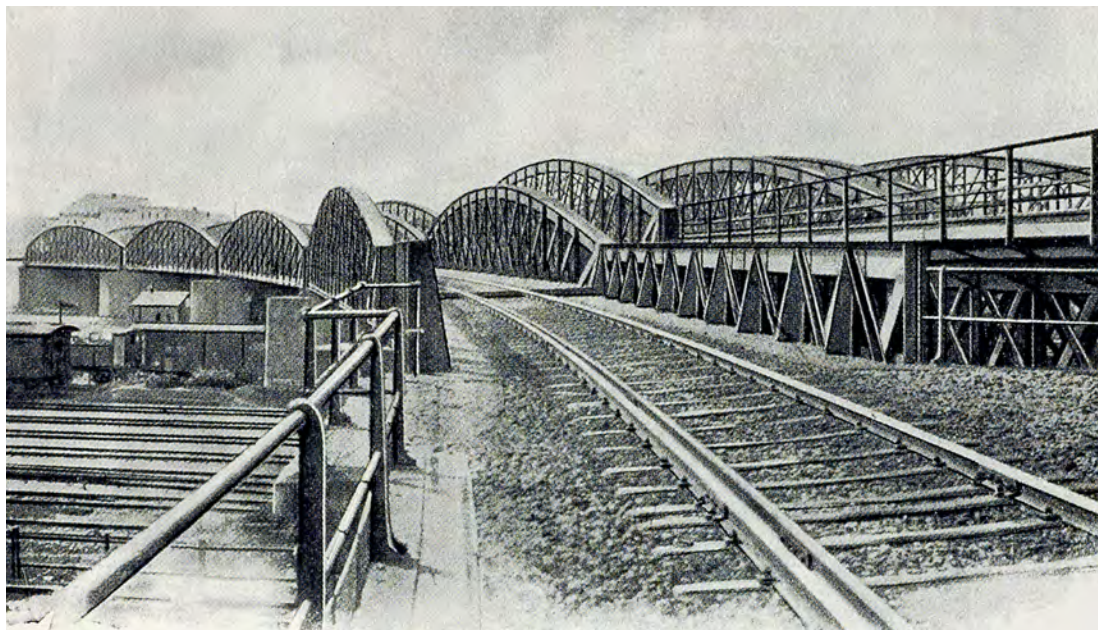


Figure 7.8 : Le pont traversant la zone de manœuvre à l'entrée de la gare centrale de Zurich. La voie de gauche est affectée à la ligne de la rive droite du lac de Zurich. Les trains de la ligne de Winterthur roulent sur les deux voies de droite (SNOS, 1914).



Figure 7.9 : Construction en 1892 du viaduc de l'Aussersihl sur la future Heinrichstrasse (coord. : 47.38741N, 8.52562E). La NOB a préparé les culées pour les ponts métalliques réalisés par la SNOS (Baugeschichtliches Archiv Zürich).



Figure 7.10 : Le projet de pont du NOB sur la route du Sihlquai approuvé le 15 mars 1892 par le Département suisse des chemins de fer (SBB Historic). La structure est renforcée à la suite de l'entrée en vigueur de l'ordonnance sur le calcul des ponts. L'administration fédérale approuve le projet d'exécution de la SNOS le 14 février 1893.



Figure 7.11 : Le pont de la ligne de Letten franchissant la route du Sihlquai à Zurich en 2021, affecté aux piétons et cyclistes. Les poutres sont de type Schwedler (1823-1894) : les diagonales du treillis sont en traction pour éviter les risques de flambage. Le projet du NOB est corrigé. Des croix de Saint-André sont ajoutées au milieu.

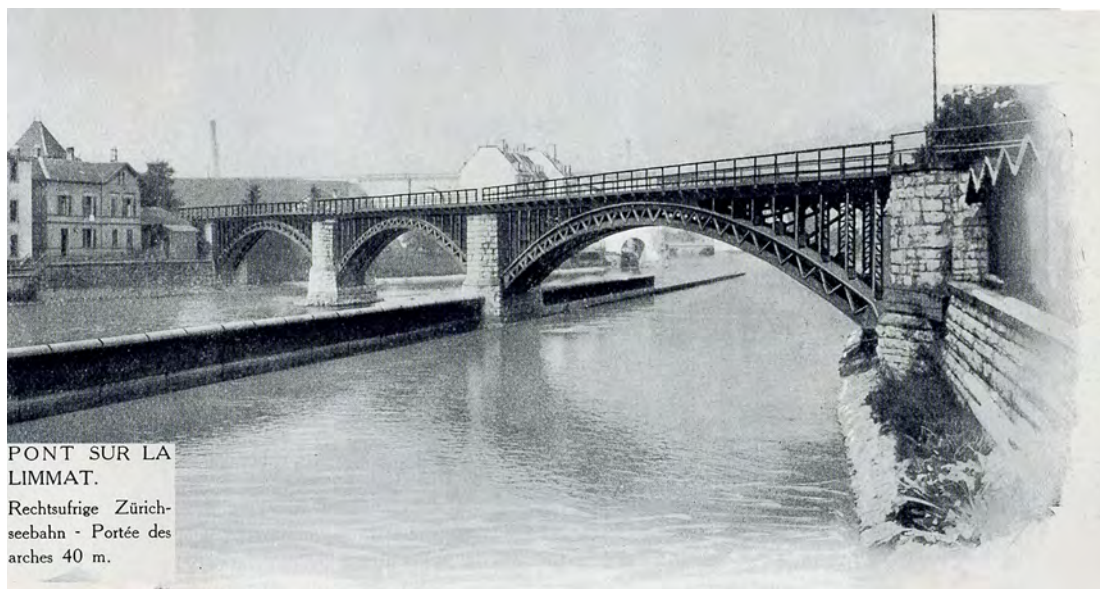


Figure 7.12 : Le pont de Letten sur la Limmat à Zurich, long de 123 m environ, vue depuis l'amont (SNOS, 1914).



Figure 7.13 : Le pont de Letten sur la Limmat à Zurich, vue depuis l'amont, en 2021, avec la tour silo, « Kornhaus », haute de 116 m à l'arrière-plan.

L'ancien pont métallique sur la Limmat de la ligne de Winterthur, réalisé en 1855, est remplacé en 1899 par un ouvrage construit par l'entreprise Theodor Bell de Kriens<sup>14</sup>.

### Développement du réseau ferroviaire zurichois depuis 1980

La ligne de Winterthur passant par la gare de Wipkingen est appelée « ligne de Wipkingen » après la construction en 1969 d'un nouveau tracé en tunnel sous le Käferberg entre Zurich-Altstetten et Oerlikon.

Ces ponts ont connu des destins distincts selon le développement du réseau ferroviaire zurichois. Le tablier du pont qui traverse la zone de manœuvre à l'entrée de la gare de Zurich est reconstruit entre 2002 et 2004 dans le cadre du projet Rail 2000.

Le tracé par la gare du Letten n'est plus exploité – sur 5,7 km – dès 1989 avec la mise en service en 1990 du Réseau express régional (RER, en allemand : S-Bahn) de Zurich. Une liaison directe en tunnel relie la nouvelle gare souterraine de Museumstrasse, sur le côté de la gare centrale de Zurich, et la gare de Stadelhofen. Elle assure la traversée directe du centre-ville, sans rebroussement à la gare centrale de Zurich en suivant le tracé en plan envisagé en 1875. La plateforme de la ligne du Letten devient une voie pour piétons et cyclistes. Elle relie les deux rives de la Limmat. Le projet Rail 2000 prévoit en 1993 de construire deux voies supplémentaires entre Zürich HB – Wipkingen – Oerlikon. Elles empruntent notamment la plateforme de la ligne du Letten. Les deux voies existantes seraient reconstruites. Le projet suscite une forte opposition. Celle-ci conduit au projet de la ligne transversale (Durchmesserlinie ou DML) avec une nouvelle gare souterraine de Löwenstrasse, à l'est de la gare centrale de Zurich, reliée à Oerlikon par un nouveau tunnel sous le Weinberg. Adoptée lors d'une votation cantonale en 2001, la DML est ouverte en 2014. La ligne de Wipkingen reste empruntée par les trains du RER.

Les quatre ponts historiques en acier, construits en 1894 sous la direction de Röthlisberger et Gubser, sont ainsi préservés. Ils figurent à l'inventaire des monuments protégés du canton de Zurich<sup>15</sup>. Une réfection complète des quatre ponts de 1894 est mise en œuvre par les CFF entre 2023 et 2025. Il s'agit des ponts de Neugasse (20 m), Josefstrasse (22 m), Heinrichstrasse (21 m) et Limmatstrasse (23 m ; fig. 7.14).

La durée des études et des travaux planifiés par les CFF est de 10 ans selon une présentation faite aux riverains le 31 janvier 2022 (fig. 7.15).



Figure 7.14 : Ponts de 1894 sur la Limmatstrasse (coord. : 47.38789N, 8.52706E), vue vers l'ouest, en 2025. La gare centrale de Zurich se trouve du côté gauche de la photographie. La ligne surélevée à double voie dessert, vers la droite, Wipkingen ; le pont est rénové en 2024. Au premier-plan, le pont à simple voie qui desservait les gares de Letten et de Stadelhofen.

A titre comparatif, le NOB met 6 ans pour planifier et faire construire entre 1888 et 1894 la ligne de la rive droite du lac de Zurich de Zurich à Rapperswil, longue de 36 km, avec deux tunnels sous Zurich, l'un de 2092 m, l'autre de 1492 m, environ 600 m de ponts en maçonnerie et 92 ponts en acier.

En 2024, les ponts en acier de la ligne de Wipkingen sont démontés. Chaque pont comprend deux poutres séparées qui supportent l'auge de la voie. Elles sont transportées et rénovées en atelier. L'auge métallique de la voie est remplacée par une structure en béton fibré à ultra haute performance (fig. 7.16).

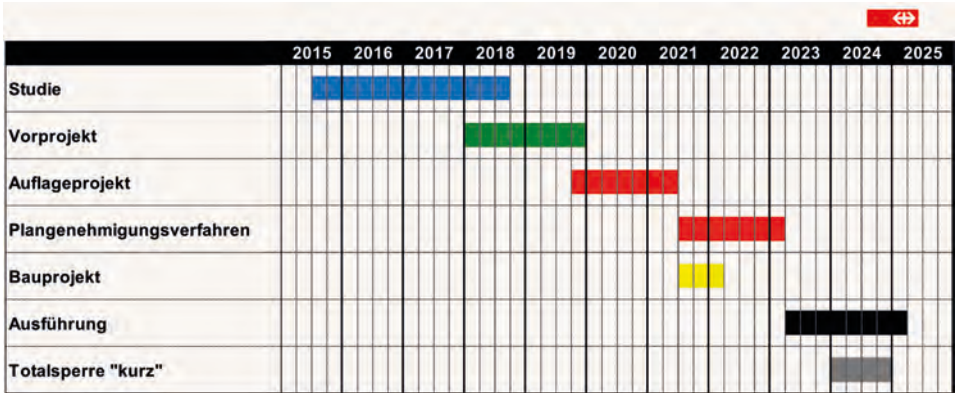


Figure 7.15 : Programme des études et des travaux de la rénovation des ponts de la ligne de Wipkingen (appelée en 1892 ligne de Winterthur) et de la gare de Wipkingen. Il est présenté aux riverains par les CFF le 31 janvier 2022 (source : CFF). Ce diagramme permet de constater l'efficacité des ingénieurs et des entrepreneurs à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Entre 1888 et 1894, le Bureau de construction du NOB, dirigé par Moser planifie, projette et fait construire la ligne de la rive droite du lac de Zurich et la correction de la ligne de Winterthur dans le quartier industriel de Zurich.

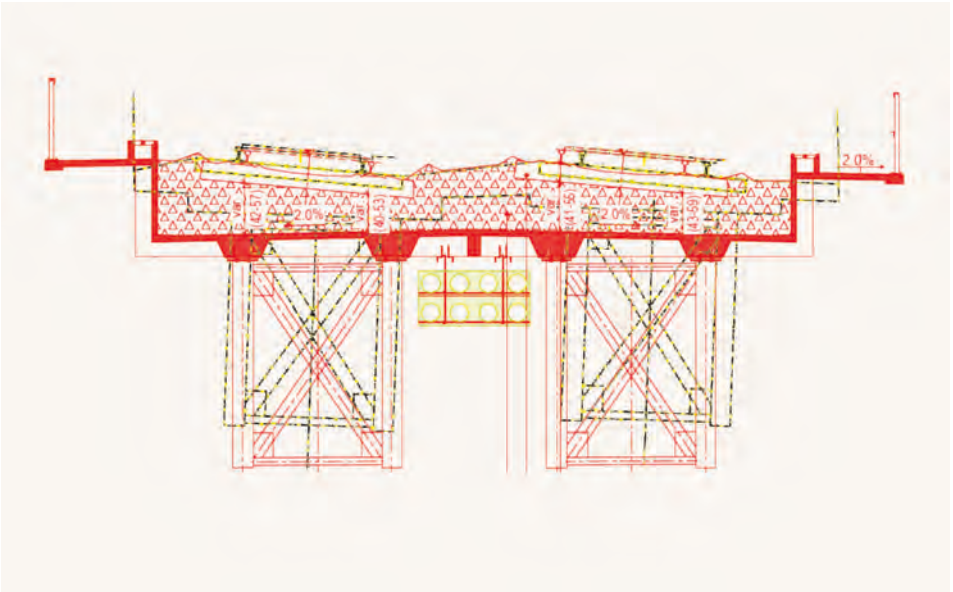


Figure 7.16 : Profil sur un pont en courbe en 1894 avec les deux poutres à treillis – jaune et noir – et en 2025 – en rouge (base : présentation CFF du 31 janvier 2022). La poutre est abaissée pour permettre une épaisseur de ballast conforme aux normes actuelles. L'auge est en béton fibré à ultra haute performance. L'entraxe des voies est de 3,8 m.



Figure 8.1 : Jules Röthlisberger vers 1890 (reproduction d'une photographie par Camille Ruf, successeur dès 1903 de Rudolf Ganz, Zürich, archives de famille).