**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung

**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

**Band:** 25/26 (1895)

**Heft:** 15

**Artikel:** Les épreuves de charge jusqu'à rupture de l'ancien pont sur l'Emme à Wolhusen

**Autor:** Schüle, F.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-19251

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 01.08.2025

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

INHALT: Les épreuves de charge jusqu'à rupture de l'ancien pont sur l'Emme à Wolhusen. I. — Konkurrenzen: Concours pour l'étude des plans d'un nouvel Hôtel des postes à construire à Lausanne. Plakat für die schweiz. Landesausstellung in Genf 1896. Schweiz. Landesausstellung Genf 1896. — Miscellanea: Die Eisenbahn über den Isthmus von Tehuantepec. Die amerikanischen Eisenbahnen im Jahre 1894. Die Verwendung des Aluminiums für Schiffsbauzwecke. Der Kanal von Korinth. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur und Architekten-Verein. Stellenvermittelung.

# Les épreuves de charge jusqu'à rupture de l'ancien pont sur l'Emme à Wolhusen.

Par *F. Schüle*, Ingénieur du contrôle fédéral des ponts à Berne.

## I.

*Introduction.* De tout temps, l'art de l'ingénieur a eu besoin de l'expérience pour baser ses théories, puis pour en justifier les déductions. Si nous nous bornons à considérer le domaine de la résistance des matériaux et plus spécialement des constructions métalliques, nous voyons que les méthodes de calcul en usage sont déduites de deux hypothèses vérifiées expérimentalement dans la limite de l'élasticité: les sections primitivement planes d'un corps prismatique déformé par des forces extérieures restent planes, les sections normales à l'axe de ce corps restent également normales à cet axe après la déformation. L'expérience a fixé dès lors pour chaque sorte de métal la loi de sa résistance et les conditions de l'emploi des formules dans la pratique. L'expérience s'est étendue aux ouvrages terminés: des épreuves de charge des constructions ont révélé l'accord des déformations calculées et observées; la mesure des tensions intérieures au moyen d'instruments de précision a permis de comparer la valeur réelle de celles-ci à leur valeur fixée par le calcul.

Toutefois les expériences sur des ouvrages terminés n'ont pas pu être étendues, aux cas d'application de charges sensiblement plus fortes que celles qui circulent couramment et cependant il était d'un grand intérêt de déterminer, par l'augmentation progressive des charges, la sécurité effective de l'ouvrage contre la rupture et les phénomènes précédant celle-ci, permettant de distinguer le moment précis où une construction métallique est en danger. Pour combler cette lacune, divers essais furent faits au moyen de poutres rivées, à âme pleine ou à treillis, nous citerons entr'autres les essais de Harkort (en 1878/79), ceux du professeur Tetmajer, ceux de la Société autrichienne des Ingénieurs et Architectes.

Une circonstance récente, la transformation des ordonnances sur le calcul des ponts dans divers pays, a permis et permettra encore de compléter l'expérience acquise sur la résistance effective des ouvrages terminés. Plusieurs ouvrages datant des débuts, ou de la période critique

**Ancien pont sur l'Emme à Wohlhusen (Ct. de Lucerne).**

Fig. 1. Elévation extérieure de la poutre B (aval).

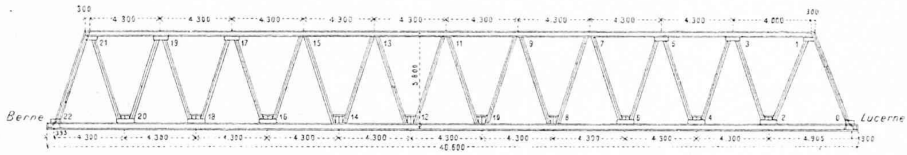
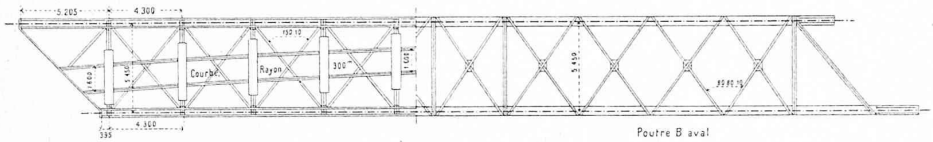



Fig. 2. Demi plan inférieur. Demi plan supérieur.

Poutre A amont

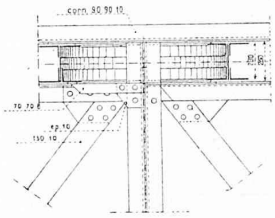



1 : 400.

Détails.

Fig. 4.

Plan



1 : 30.

Fig. 3. Détails.

Nœud No. 21. Vue extérieure.

Nœud No. 3 et 19. Vue extérieure.

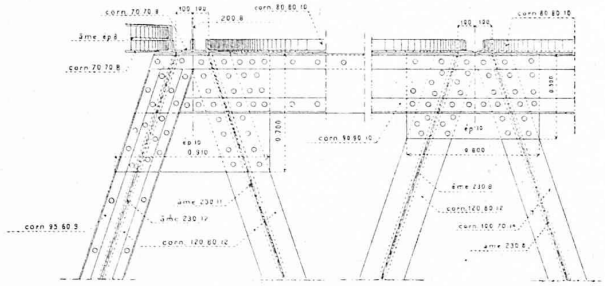
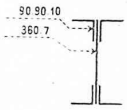


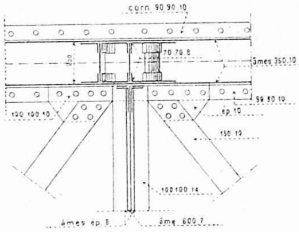
Fig. 6. Section des longerons.




1 : 30.

Fig. 5.

Coupe suiv^t a-b



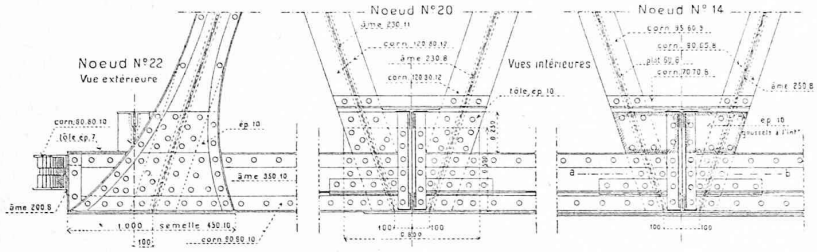
1 : 30.

Noeud N°22 Vue extérieure

Noeud N°20

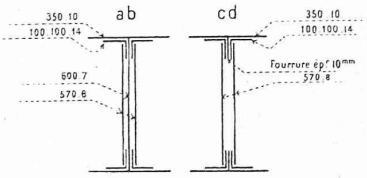
Noeud N° 14

Vues intérieures



1 : 40.

Fig. 7. Section des entretoises.




1 : 30.

(1870—1880) de la construction métallique ont déjà été remplacés soit parce que leurs dimensions ou la qualité des fers étaient insuffisantes, soit parce que certains assemblages vicieux provoquaient des tensions anormales dont il n'avait pas été tenu compte dans l'élaboration de leur projet. Il était très naturel de saisir cette circonstance pour procéder avec des ponts de types divers à des essais de charge jusqu'à rupture. C'est ainsi que dans l'année dernière, nous pouvons citer trois ouvrages ayant été essayés, ce sont par ordre chronologique:

1° le pont sur l'Emme à Wolhusen, au *km* 73,880 de la ligne Berne-Lucerne;

2° le pont sur la Neisse près de Forst;

3° un pontceau de 5,60 de portée de l'Union Suisse, essayé à Coire.

Les lecteurs de cette revue ont été tenus au courant du premier de ces essais*); ils ont été informés aussi de la publication d'un rapport officiel; ce rapport, publié par le Département fédéral des postes et des chemins de fer sort de presse et nous nous proposons d'en résumer la substance pour nos lecteurs. Nous saisissons ici l'occasion pour remercier M. le colonel Tschiemer, inspecteur technique des chemins de fer suisses, qui a bien voulu mettre les planches du rapport à notre disposition pour ce résumé.

Il ne pouvait être question pour cet essai d'appliquer une surcharge agissant dans les mêmes conditions que celle d'un train; pour des raisons pratiques, on a dû se borner à appliquer la surcharge au repos, supprimant ainsi les vibrations et les oscillations. La valeur des essais ne s'en est pas trouvée amoindrie puisque la surcharge provoquait dans les divers éléments de la construction des efforts statiques, pouvant être comparés de tout point à ceux qui résultent du calcul. L'essai ne pouvait pas avoir pour but de provoquer une rupture simultanée en plusieurs endroits du tablier; quelle que soit la résistance du reste de la construction, la sécurité effective se détermine aux points les plus faibles; c'est cette sécurité qui a été déterminée expérimentalement.

*Historique du pont.* Le tablier essayé, construit en 1874 par la maison Ott & Cie. de Berne, franchissait l'Emme sous un angle de 48°; la voie unique, située à la partie inférieure, a en cet endroit un rayon de 300 *m*. Les dispositions et dimensions de la construction sont indiquées aux fig. 1—21 auxquelles nous renvoyons le lecteur. Les poutres principales sont semblables entr'elles, elles ne diffèrent que par l'épaisseur des semelles des membrures. Dans les panneaux extrêmes, les membrures n'ont pas de semelle; elles ont une seule cornière bordure de l'âme, à l'extérieur du pont; les deux âmes sont reliées entr'elles dans ces panneaux par des diaphragmes transversaux. L'attache des barres de treillis sur les membrures est excentrique; pour renforcer les nœuds, le constructeur a prévu des goussets en tôle doublant l'âme, de hauteur variable; ces goussets existent aux 6 nœuds extrêmes supérieurs et aux 8 nœuds extrêmes inférieurs de chaque poutre.

Dans les entretoises porteuses, traversées par les longerons continus, l'âme du panneau central était primitivement remplacée par un treillis en fer plat de 80 . 10; cette disposition vicieuse provoqua quelques détériorations dans les cornières inférieures des entretoises porteuses; l'attache des longerons fut tout d'abord renforcée au moyen d'étriers en fer, puis par l'addition de deux tôles verticales rivées sur les cornières des entretoises et s'étendant sur toute leur longueur.

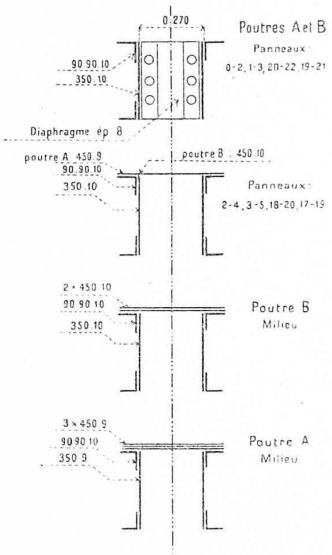
Le pont a été calculé par le constructeur pour une charge propre de 2,1 *t* par mètre courant et une surcharge uniformément répartie de 4.0 *t* par mètre courant. Pour la surcharge des pièces secondaires, entretoises porteuses et longerons, on a admis 3 essieux de 12 *t* espacés de 1,70 *m* et de 1,30 *m*.

L'ouvrage a été mis en service le 11 août 1875 et a subi l'épreuve suivante: un train de 3 locomotives et d'un wagon donnant une surcharge uniformément répartie de 3,4 *t* par *m* a produit une inflexion totale de 33 *mm* au repos, de 35 *mm* en vitesse moyenne et de 38 *mm* en grande vitesse sur la poutre la plus chargée.

Vers la fin de 1875 la chûte de pièces de bois détachées d'un wagon au passage sur le pont faussa quelques barres de la poutre d'amont (barres 11—12, 13—14, poutre A).

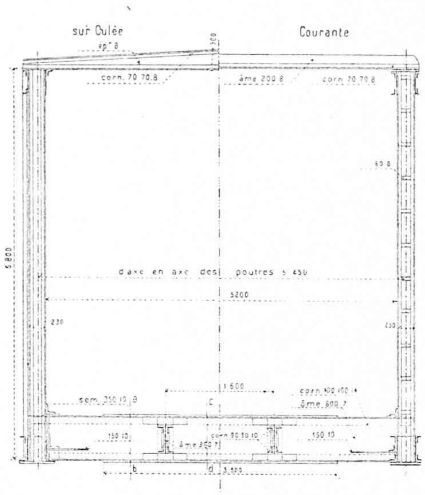
**Ancien pont sur l'Emme à Wolhusen (Ct. de Lucerne).**

Fig. 9—11. Section des membrures.




1 : 30.

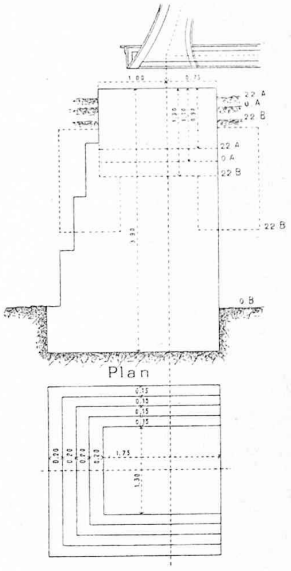
Fig. 21. Coupe tranversale.




1 : 100.

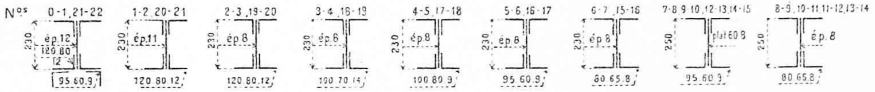
Massifs de béton des appuis.

Fig. 22—23. Coupe et plan.




1 : 100.

Fig. 12—20. Sections des barres de treillis.




1 : 30.

*) Schweiz. Bauzeitung, Vol. XXIII, p. 112.

En août 1891 eurent lieu de nouvelles épreuves du pont; le train d'essai, correspondant à une surcharge uniformément répartie de 3,65 *t* par mètre courant, donna des flèches variant de 30 à 36 *mm* pour la poutre amont et de 24 à 26 *mm* pour la poutre aval; les oscillations des membrures supérieures atteignirent 10 à 11 *mm*, celles des membrures inférieures 4 *mm* vers l'extérieur de la courbe.

Le renforcement du pont présentait des difficultés, aussi la Compagnie du Jura-Simplon se décida-t-elle à remplacer le tablier et en attendant elle augmenta la résistance des barres de treillis contre le flambage par l'application d'un double cours de moises en fer à ⊔ placées à mi-hauteur des poutres. En juillet 1893 le tablier neuf était prêt et les deux tabliers furent ripés d'amont en aval.

appareil de lançage. Afin d'essayer le pont tel qu'il avait été en service pendant 17 ans, les moises en fer à ⊔ renforçant le treillis furent enlevées. Les fig. 22 et 23 donnent la disposition des massifs de béton servant d'appui et sur lesquels le tablier vint reposer par l'intermédiaire de cales en bois de chêne. Dans le cours des essais préliminaires, des tassements se produisirent aux deux appuis côté Berne; l'un d'eux, sous la poutre d'aval, fut repris en sous-œuvre, l'autre point d'appui du tablier fut relevé au moyen de cales.

La surcharge du pont était prévue en rails et ballast; les rails, de 6,40 *m* à 6,90 *m* de longueur furent placés dans le sens longitudinal du pont, symétriquement par rapport à deux entretoises consécutives et également répartis sur

**Ancien pont sur l'Emme à Wolhusen (Ct. de Lucerne).**

Fig. 24. Echafaudage et appareil pour le lançage sur la rive droite. Elévation.

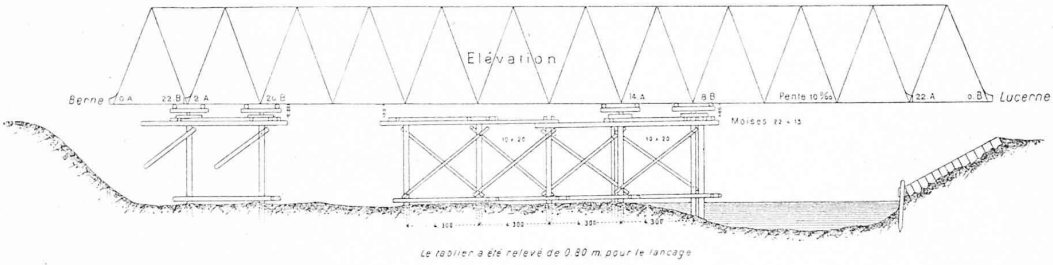
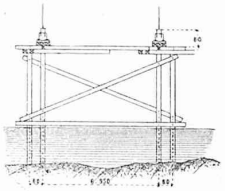



Fig. 26. Vue a b.



1 : 400.

Fig. 27. Appareil de lançage.

Vue de bout

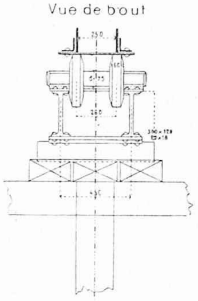
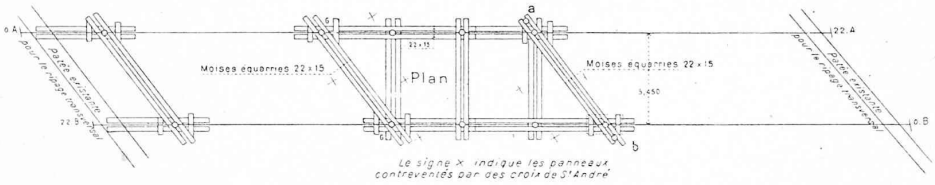
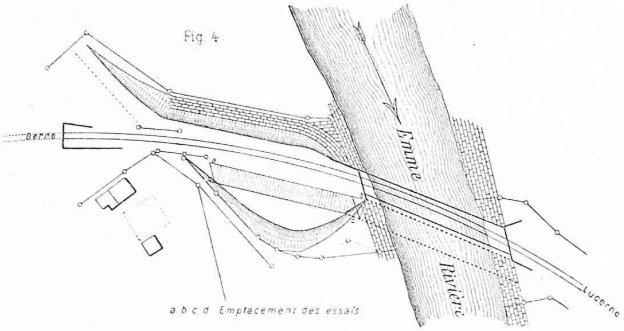


Fig. 25. Plan.



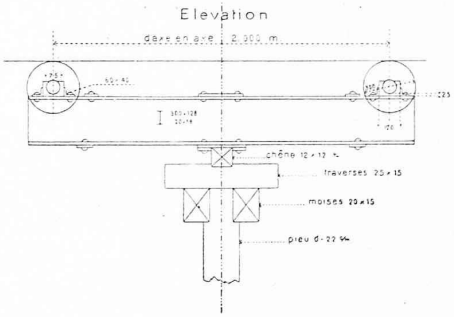

1 : 400.

Fig. 29. Plan de situation.




1 : 2000.

Fig. 28. Appareil de lançage. 1 : 40.




1 : 40.

*Les essais du vieux tablier.* Dès le printemps 1893 il fut question de l'essai à la rupture de l'ancien tablier; le Département fédéral des chemins de fer prit l'initiative de l'expérience; la Direction du Jura-Simplon ayant bien voulu mettre le vieux tablier à la disposition du Département pour ces essais, une conférence fut réunie à Berne en septembre 1893. Cette conférence comprenait avec les représentants du Département fédéral les délégués des cinq grandes Compagnies suisses de chemins de fer; elle fixa la répartition des dépenses et arrêta le programme des essais.

Les travaux préparatoires furent exécutés par les organes de la Compagnie du Jura-Simplon; le lançage du vieux tablier sur la rive droite a été fait d'après les dispositions indiquées aux fig. 22—29; les fig. 27 et 28 donnent le détail des appareils de lançage. L'opération commencée le 22 décembre 1893 fut terminée le 28 du même mois, elle exigea le déplacement quatre fois répété de chaque

toute la largeur du pont, afin d'obtenir une surcharge bien définie de chaque entretoise porteuse. Sur le platelage ainsi formé on chargea le ballast complétant les surcharges à atteindre.

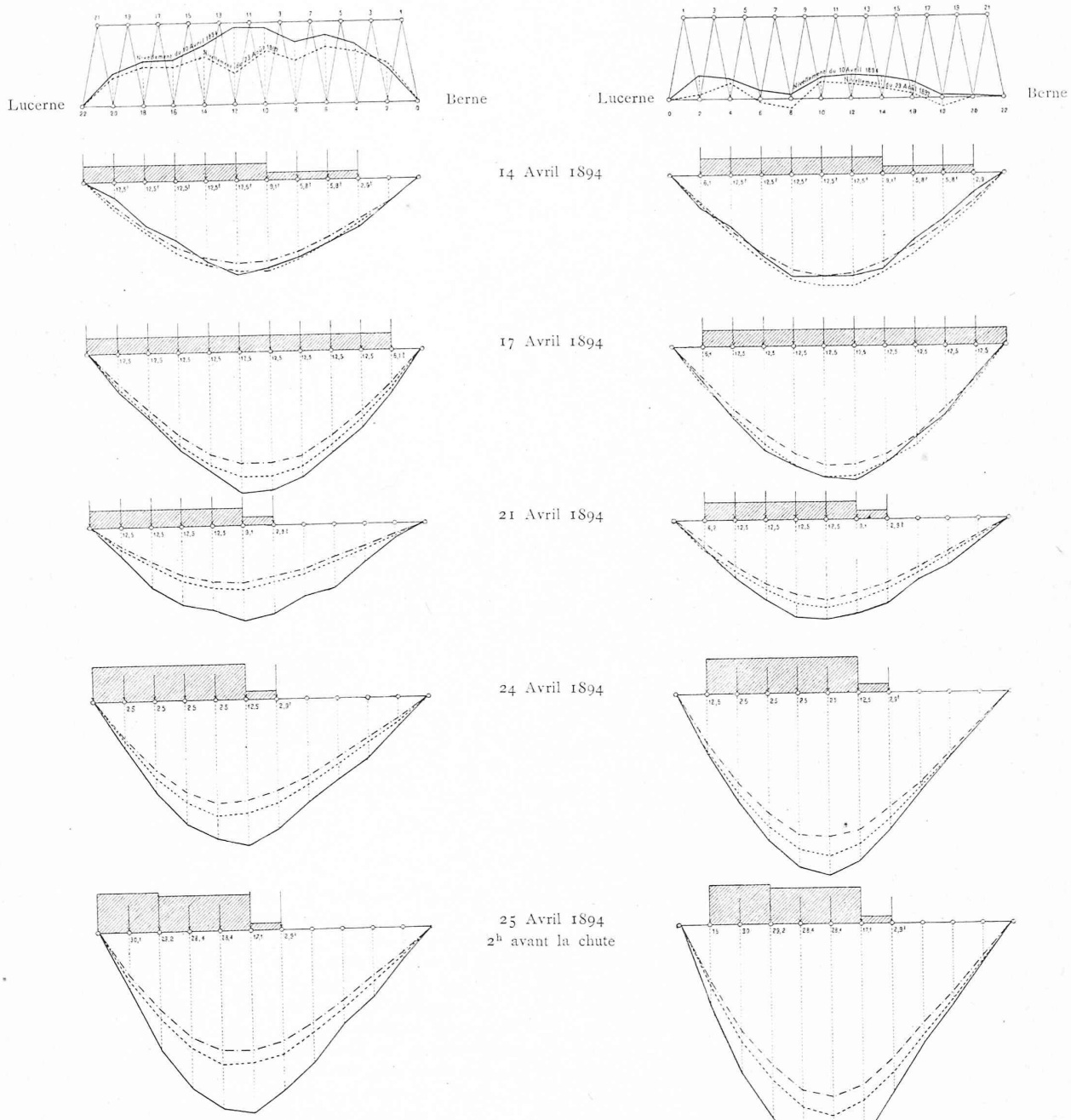
Le poids des rails et celui du ballast furent déterminés à plusieurs reprises par des pesées. Les 9 et 10 avril eurent lieu les premières observations du pont descendu sur ses appuis soit un relevé des détériorations et un nivellement des poutres. Parmi les défauts signalés ceux qui paraissent les plus graves sont les déviations des barres 11—12, 13—14 et 15—16 de la poutre amont (voir fig. 30—41). Le nivellement du 10 avril a été reporté sur les fig. 30 et 36 ainsi que le nivellement antérieur à la mise hors de service du pont. Les deux nivellements concordent assez bien, leur différence doit être attribuée à l'inflexion produite par le poids du platelage et de la voie en 1892. En appliquant la surcharge à partir du côté Lucerne, on évita de charger

les massifs côté Berne moins bien fondés que les autres et de provoquer dans les barres faussées de la poutre amont des efforts de compression qui auraient hâté la rupture.

C'est à partir du 10 avril 1894 que la surcharge fut appliquée sur le tablier; le 13 avril la surcharge de 5,85 *t* s'étendait sur six panneaux, trois panneaux furent en outre chargés d'une couche de 51 rails. Le 16 avril la surcharge de 5,85 *t* fut complétée sur toute l'étendue du tablier. Le 20 avril le ballast était complètement enlevé et les rails des quatre premiers panneaux côté Berne étaient reportés avec d'autres sur les cinq premiers panneaux côté Lucerne formant 5,6 *t* de surcharge par mètre complétée au moyen d'une faible couche de ballast pour obtenir 5,85 *t* par mètre. Le 23 avril les trois panneaux extrêmes furent chargés de 5,85 *t* de ballast par mètre, le 24 avril ce même poids fut étendu aux panneaux 4 et 5 depuis Lucerne, la surcharge totale était donc de 11,7 *t* par mètre courant. Dès 2 h du soir on ajouta 1,5 *t* de ballast par mètre courant sur les cinq panneaux côté Lucerne. La largeur du ballast en couronne étant devenue trop faible, la surcharge fut alors augmentée au moyen de rails à raison de 0,8 *t* par mètre, portant à 14 *t* le total de la surcharge par mètre courant. Dès qu'elle fut étendue aux cinq premiers panneaux, soit le 25 avril au matin, on continua à charger le pont en

**Ancien pont sur l'Emme à Wolhusen (Ct. de Lucerne).**

Fig. 30—35. **Poutre A.** **Inflexions.** Fig. 36—41. **Poutre B.**




*Légende*: ——— Inflexions observées.
– · – · – » calculées avec E = 2000 *t/cm²*.
– – – – » » » E = 1800 *t/cm²*.

*Echelles*:
Charges uniformément réparties 1 *mm* = 1 *t*.
Longueurs 1 : 800.
Inflexions 1 : 2.

jetant à la pelle du ballast sur le sixième panneau. Soudain, à $9^h 40'$ du matin et dans l'espace de moins d'une seconde, le tablier s'effondra au moment où quelques observateurs relevaient à la poutre d'aval les déformations des barres et constataient un léger écartement des âmes de la membrure supérieure, dans le panneau 3—5 de la poutre B. La chute ne fut provoquée par aucun choc puisque le ballast était chargé à la pelle.

A cause de la promptitude de la rupture, aucun des nombreux spectateurs n'a pu donner des indications detaillées sur le phénomène qui venait de se produire, si ce n'est que la poutre d'aval se rompit la première et entraîna l'autre.

Il convient d'ajouter que les observations faites pendant le chargement du tablier, tout en accusant une fatigue générale de l'ouvrage, ne semblaient pas faire prévoir l'endroit précis où la rupture a commencé, bien que les calculs préalables eussent indiqué la barre la plus faible sans aucune incertitude.

Le bruit produit par la rupture n'a pas été très fort; on a entendu un bruit de cassure sèche suivi d'un ferraillement dû au glissement de quelques rails et de la surcharge et d'un bruit sourd provoqué par la rencontre du tablier avec le sol; la hauteur de chute vers le milieu a été d'environ 0,50 *m*. (A suivre.)

## Konkurrenzen.

### Concours pour l'étude des plans d'un nouvel Hôtel des postes à construire à Lausanne.

### Rapport du Jury.

*A Monsieur le Chef du Département fédéral de l'Intérieur, Section des travaux publics, à Berne.*

*Monsieur le Conseiller fédéral.*

Le jury, chargé par vous de juger les projets de concours pour un nouvel hôtel des postes à édifier à Lausanne, a eu l'honneur, le 12 courant, de vous communiquer sommairement le résultat de ses délibérations.

Il est en mesure aujourd'hui de vous transmettre son rapport motivé.

Convoqué une première fois à Lausanne le 4 septembre de l'année dernière, il se constitue en appelant à la présidence Monsieur le professeur H. Auer et en chargeant Monsieur le professeur B. Recordon de la rédaction du rapport.

Après une visite à l'emplacement du futur édifice, le jury rentre en séance; il discute, article par article, le programme du concours élaboré par les soins de l'administration, puis l'adopte non sans lui avoir fait subir diverses modifications.

Rappelons ici que Monsieur l'architecte G. André de Lyon, l'un des membres du jury, a dès lors demandé et obtenu sa démission pour cause de santé; il a été remplacé par Monsieur Ed. Deperthes, architecte à Paris.

Après la clôture du concours, fixée au premier mars 1895, le jury s'est réuni une seconde fois à Berne, les 11 et 12 du même mois, pour l'appréciation des travaux exposés dans la salle du Casino.

Il constate la présence de trente-deux projets, tous arrivés en temps utile.

Numérotés dans l'ordre de leur réception, ils portent, conformément à l'article 3 des conditions du concours, les devises ou signes distinctifs suivants:

No. 1. Mercure (silhouette).
» 2. «Ruchonnet».
» 3. «Simplon».
» 4. «Esplanade».
» 5. Etoile noire sur fond rouge, accompagnée d'un croissant.
» 6. «Léman» (en rouge).
» 7. «Léman» (en bleu).
» 8. Ecusson vaudois.
» 9. «Abeille».
» 10. «Médicis».
» 11. «St-François».
» 12. «Honos alit artes».
» 13. «Germinal».
» 14. «R».
No. 15. «Avenir»
» 16. «Colombe».
» 17. Une croix fédérale dans un cor.
» 18. Cartouche encadrant un écusson fédéral, accompagné d'un compas.
» 19. «Mercure».
» 20. Une feuille de trèfle.
» 21. «A» (bleu dans un cercle rouge).
» 22. «Teraudzei pi!»
» 23. Timbres de cinq et de deux centimes, inscrits dans un cercle rouge.
» 24. «Prospérité».
No. 25. Trois croissants entrelacés sur fond rouge, cerclé d'or.
» 26. Trois croissants entrelacés sur fond bleu, cerclé d'or.
» 27. «?» (dans un triangle).
» 28. «Vaud».
No. 29. «Grande vitesse».
» 30. Timbre-poste de deux centimes.
» 31. Ecusson fédéral.
» 32. «Fugit tempus».

Une première et rapide inspection des travaux présentés démontre au jury que le niveau général du concours est élevé; la plupart des projets sont bons, beaucoup même sont remarquables, il se plaît à le constater dès l'abord; il regrette de devoir écarter, nombre d'entre eux qui ne diffèrent des meilleurs que par des nuances parfois infimes.

Passant à leur étude détaillée, le jury décide de procéder par élimination.

Il écarte en premier lieu une série de projets décidément trop faibles de conception, ainsi que d'autres, tels que «*Germinal*», qui, tout en possédant de grandes qualités, se sont fourvoyés dès le début en s'arrêtant à un parti inadmissible.

Sans perdre de vue la distribution des étages, il base son appréciation essentiellement sur la disposition plus ou moins heureuse du rez-de-chaussée, de l'étage postal proprement dit.

La salle des guichets et ses annexes pour le service des casiers et du télégraphe, les grands bureaux et leur éclairage, les escaliers, la cour et ses communications avec les bureaux, les dépendances, etc., sollicitent surtout son attention.

Il n'oublie pas non plus que les constructions doivent s'étendre, le moins possible du côté du Midi, non-seulement en vue de ménager le terrain, mais aussi pour éviter des substructions trop considérables; il donne en outre la préférence aux projets dont les dépendances, tout en étant bien ordonnées, ne dépassent pas l'alignement des faces latérales du bâtiment principal.

Tout en estimant que sur un bon plan il est généralement possible d'adapter de bonnes façades, le jury n'a cependant pas négligé cet élément de comparaison.

Il regrette de devoir consigner ici, qu'à ce point de vue là, aucun projet ne l'a pleinement satisfait.

En effet, tout en étant un édifice public exigeant sans doute une certaine recherche architecturale, un hôtel des postes et télégraphes est en même temps un bâtiment foncièrement utilitaire dont le caractère doit dépendre avant tout de la manière dont les principaux services sont accusés au dehors.

C'est donc une erreur, aux yeux du jury, de traiter le rez-de-chaussée, l'étage postal par excellence, comme un simple soubassement tandis, qu'au contraire, il conviendrait d'en accentuer la valeur par tous les moyens possibles, au détriment même des étages supérieurs d'importance secondaire.

Moins académique peut-être la façade ne saurait qu'y gagner en véritable caractère.

Après plusieurs tours successifs consacrés aux éliminations mentionnées plus haut, le jury décide de mettre à part les dix projets qui lui paraissent réunir les qualités les plus sérieuses et de les soumettre à un nouvel examen.

Ils portent les numéros et signes distinctifs suivants:

No. 1. Mercure (silhouette).
» 6. «Léman» (en rouge).
» 8. Ecusson vaudois.
» 11. «St-François».
» 12. «Honos alit artes».
» 14. «R».
No. 16. «Colombe».
» 18. Cartouche encadrant un écusson fédéral accompagné d'un compas.
» 20. Feuille de trèfle.
» 29. «Grande vitesse».

Plusieurs de ces dix projets, de valeur presque équivalente, obligent le jury à se livrer à une étude comparative très attentive pour arriver à en balancer équitablement les mérites respectifs.

Il en résume la critique comme suit:

*Projet No. 6.* «*Léman*», (en rouge).

La disposition générale est sage et bien comprise, mais si elle ne présente aucun défaut prononcé elle ne possède pas non plus d'éminentes qualités et devrait être plus étudiée dans ses détails.

Les mêmes observations s'appliquent aux façades.

*Projet No. 11.* «*St-François*».

Ce projet a de la valeur et séduit d'emblée par son agréable silhouette. Le jury regrette que l'étude des détails, fort hétérogènes, détruise en partie cette favorable impression.

Le plan n'est pas irréprochable non plus; les grands services du rez-de-chaussée sont trop disloqués; aux étages les dégagements sont obscurs.

*Projet No. 14.* «*R*».

La salle des guichets, ainsi que les grands bureaux sont bien in-