

Le pont de Berne

Autor(en): **Weber, Edmond**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **52 (1926)**

Heft 3

PDF erstellt am: **17.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40260>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

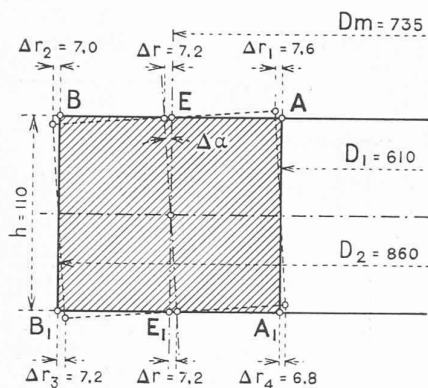


Fig. 6.

On voit que les plus gros efforts de traction se produisent en A et les plus gros efforts de compression en B₁ à la section des trous des boulons.

L'effort de traction en A est sensiblement plus élevé (environ 26 %) que l'effort de compression en B₁.

On a donc dans ce cas pour les fatigues aux 4 points considérés les proportions suivantes par rapport aux fatigues moyennes :

en	A	B	A ₁	B ₁
rapport =	1,27	0,835	1,13	0,86

Ces proportions ne sont pas des constantes ; elles varieront suivant les rapports des diamètres.

Comme second exemple numérique, nous choisirons encore dans les brides de la conduite de Fully, celles correspondant à la pression de 385 m. Le diamètre intérieur des tuyaux est ici de 0,60 m.

En effectuant les calculs de la même manière que dans l'exemple précédent, on arrive aux résultats suivants :

$$P = 124.000 \text{ kg.}$$

$$A = 33 \text{ mm.}$$

Fatigue moyenne en section pleine $\sigma = 855 \text{ kg./cm}^2$
 Fatigue moyenne à la section des trous $\sigma = 1580$ »

Pour les fatigues aux quatre angles de la section on obtient le tableau suivant :

Point	En section pleine	A la section des trous	Genre de fatigue
A	985	1820	Traction
B	723	1330	»
A ₁	890	1650	Compression
B ₁	768	1420	»

Dans ce cas les rapports des fatigues obtenues aux quatre angles de la section, aux fatigues moyennes, sont les suivantes :

en	A	B	A ₁	B ₁
rapport :	1,15	0,85	1,04	0,90.

C'est donc toujours en A que l'on arrive aux fatigues les plus fortes.

Conclusions : L'exemple caractéristique des brides de la conduite de Fully pour la pression de 165 atm., brides qui sont en service depuis 1915 et qui ont été essayées à l'usine avec des surpressions de 50 %, tend à montrer que les fatigues très élevées obtenues par nos calculs, ne sont pas atteintes réellement.

Une légère déformation des brides a pour effet de diminuer le bras de levier a et par suite la valeur des fatigues, ainsi que nous l'avons déjà exposé. C'est très probablement ce qui se produit. (A suivre.)

Le Pont de Berne

par EDMOND WEBER, ingénieur, à Fribourg.

Dominé par les falaises verdoyantes de la Sarine et par les vieilles tours qui les couronnent, tel qu'il se présente à nos yeux ravis depuis le pont de Zähringen, notre pont couvert est un des plus beaux joyaux de notre Vieux-Fribourg. (Fig. 1.)

Sans s'en douter, nos ancêtres ont servi admirablement les vues toujours harmonieuses de la nature par un groupement fort heureux des vieilles maisons serrées du quartier de l'Auge. Le site incomparable dont le pont de Berne est le centre, constitue un tableau d'une extrême richesse de lignes et de coloris, qui est encore resté, comme par miracle, vierge de toute altération.

Témoin huit fois séculaire d'une époque héroïque, il évoque avec fierté et respect les luttes ardentes soutenues par nos ancêtres pour la conservation de leur patrimoine.

La vie de notre vieux pont était menacée. Lentement, sournoisement, les eaux avaient rongé à sa base le pilier en maçonnerie qui le supporte. Des ouvertures béantes laissant voir un mortier désagré, ne manquèrent pas d'inquiéter à juste titre nos édiles communaux. L'ancienneté de l'ouvrage, l'incertitude qui régnait sur la profondeur et la nature des fondations, engagèrent le Conseil communal, sagement inspiré, à entreprendre une réparation radicale du pilier jusqu'à sa base.

I

Avant de poursuivre la description des travaux qui furent exécutés dans le courant de l'hiver dernier, nous croyons pouvoir intéresser le lecteur en donnant brièvement un aperçu historique sur les origines du pont de Berne.

Une courte visite aux Archives nous a permis de rassembler à ce sujet les quelques notes qui vont suivre.

Nous avons constaté une fois de plus combien fut heureux le choix du couvent des Augustins pour la garde de nos Archives cantonales et combien l'atmosphère de sérénité paisible et austère de ce cloître convient à l'étude de ces vieux manuscrits jaunis par le temps.

Nous éprouvons une certaine ivresse, faite de respect

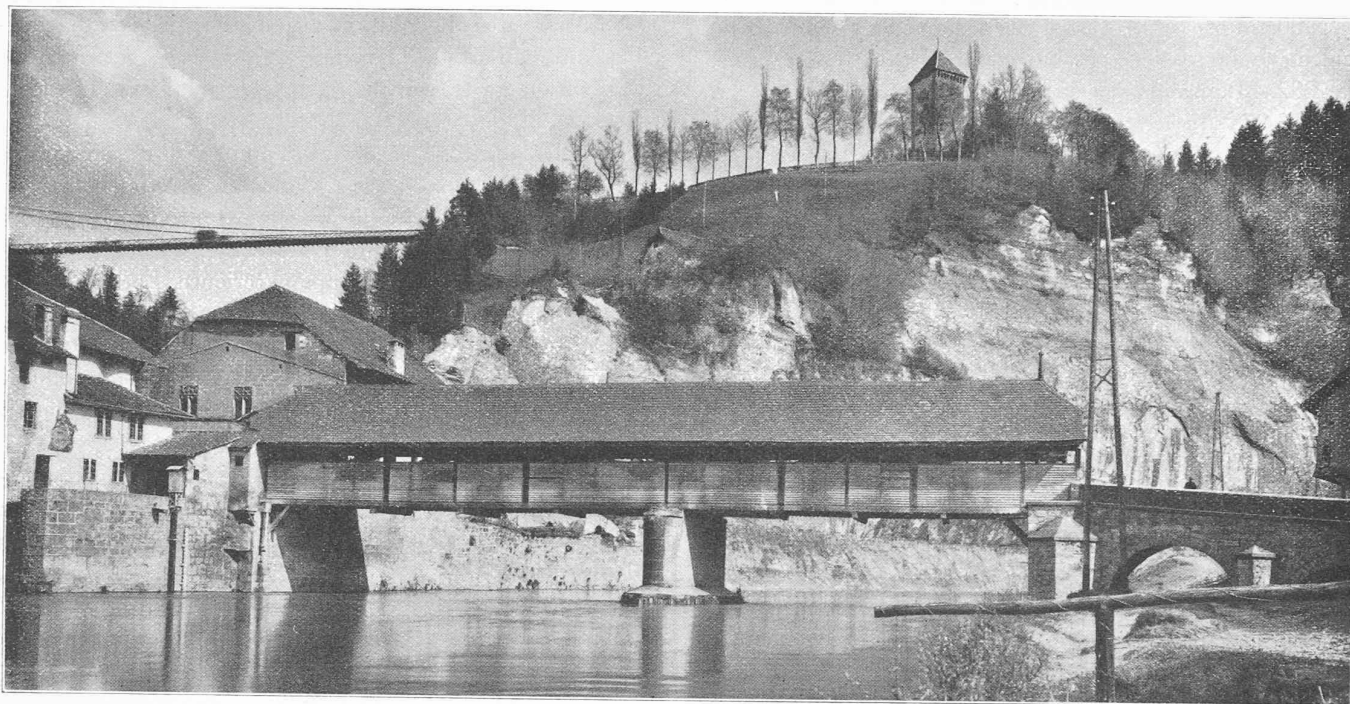


Fig. 1. — Le pont de Berne, à Fribourg, datant du XIII^e siècle.

et d'admiration, à fouiller dans le passé glorieux de notre vieux pont de bois. Nous aurions désiré étendre ces recherches intéressantes, afin de pouvoir narrer par le menu les transformations nombreuses qu'il a subies.

Mais nous avouons non sans quelque amertume que la déformation professionnelle que nous subissons tous, jointe à la fièvre de la vie présente, ont émoussé en nous cette faculté de recherche patiente et attentive où le temps n'intervient point.

Le pont de Berne dut être construit dans la première moitié du XIII^e siècle, soit entre les années 1200 et 1250.

Nous lisons en effet, dans la Chronique de Lenzburg, année 1259 :

« C'est à cette époque qu'ont été faites les murailles et la porte du Grabensaal avec les remparts tout le long de la Sarine, avec une tour et une porte auprès du pont dit de Berne, pour la sûreté des nouveaux habitants. »

Antérieurement existait à cet endroit un passage à gué, vers l'embouchure du Gotteron.

A l'origine ce pont devait être de construction très primitive et le tablier reposait sur plusieurs chevalets en bois placés dans la rivière. Ainsi construit, le pont fut maintes fois sérieusement endommagé par les crues de la Sarine, si l'on en juge par les copieuses notes de paiement à des charpentiers pour réparations.

Ces chevalets en bois furent plus tard remplacés par des piliers en maçonnerie.

Sur les anciens plans de la Ville, le pont de Berne est représenté avec plusieurs piliers. A cet endroit resserré de la rivière, ces piliers ne devaient logiquement pas offrir pour le pont plus de sécurité que les chevalets en bois et le pont fut souvent emporté.

La construction de la Tour de la porte de l'Auge (Muggenturm, du nom de son premier gardien Muggenbach) entreprise en 1651 fut achevée en 1653. Sur ces entrefaites, une crue de la Sarine endommagea le pont.

Les voûtes de la culée gauche furent reconstruites et c'est à cette époque que le pont qui s'appuyait sur quatre piliers fut soutenu par une seule pile.

Ces travaux, considérables pour l'époque, furent exécutés par les frères Winter, famille illustre d'entrepreneurs qui, durant plus d'un siècle, exécutait tous les travaux de l'Etat. En ce temps-là la profession d'entrepreneur avait une portée beaucoup plus générale et était hautement considérée, si l'on en juge par les égards, les honneurs prodigués à ces Winter, dont le nom brillait d'un grand éclat. C'est à cette occasion que le pont fut doté d'une couverture.

Les ponts du Milieu et de Saint-Jean, en bois eux aussi, furent reconstruits en pierre, le premier en 1720, le second en 1746. Pour quel motif celui de Berne fut maintenu en bois, rien ne le précise.

Cependant, tout nous porte à croire que c'est par raison de stratégie. Le pont de Berne, porte d'entrée dans la Ville, était en quelque sorte une des clefs de la défense de la cité. Kunenulin, dans son Dictionnaire historique, nous dit qu'en 1340 les Bernois pénétrèrent par la vallée du Gotteron et allaient entrer en ville lorsqu'on arrêta l'ennemi en enlevant les planches du pont.

Sont mentionnées encore les réparations plus récentes suivantes :

1853-54. Reconstruction de la pile (c'est la pile en molasse actuelle) et restauration du tablier.

1871. Consolidation de la pile.

1880. Pose d'un chevalet en bois pour soutenir la culée gauche ravagée par une crue.

1882. Consolidation de la culée.

1896-97. Prise en sous-œuvre et reconstruction de la pile-culée rive gauche.

II

Les travaux de réparation que prévoyait le Conseil communal exigeaient la mise à sec du pilier au moyen d'une enceinte étanche, permettant un examen minutieux des fondations. C'est dire qu'on se trouvait en présence d'un travail sérieux, entouré d'aléas et de difficultés, en raison surtout du régime torrentiel de la Sarine. Un concours public fut ouvert en octobre 1924 entre les entrepreneurs de la place de Fribourg. Les travaux devaient

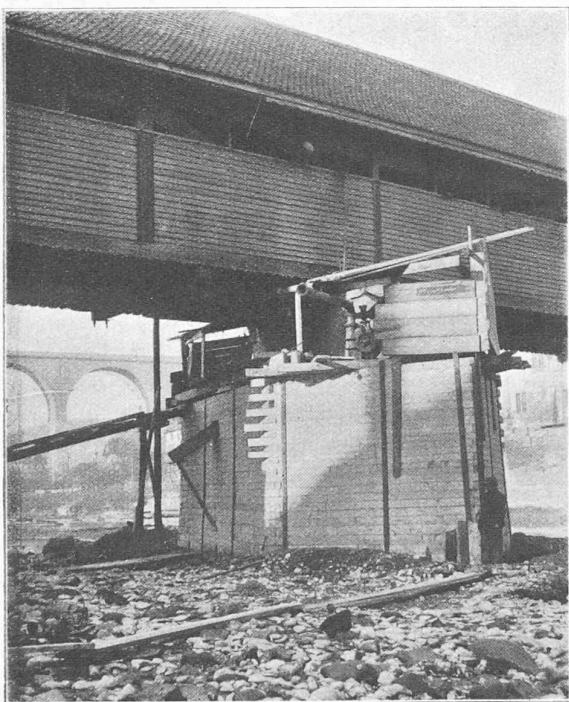


Fig. 2. — Réfection de la pile du pont de Berne.

s'exécuter l'hiver suivant, durant la période des basses eaux.

Tous les dégâts causés par les hautes eaux furent mis à la charge de l'entrepreneur.

Les différentes solutions présentées peuvent se classer en trois catégories :

1^o Le batardeau simple consistant en une seule paroi de palplanches verticales enfoncées jusqu'à refus dans le lit de la rivière. Ce procédé, qui peut convenir dans un terrain tendre, exempt de gros blocs, fut écarté d'emblée, comme insuffisant.

2^o Le batardeau à doubles parois, avec matelas d'argile. La présence de gros blocs et les crues de la Sarine, rendaient l'emploi de ce système fort aléatoire. Il fut également écarté.

3^o Un caisson construit autour du pilier, au-dessus du niveau de l'eau, et descendu jusque sur le rocher de fonda-

tion était la seule solution vraiment satisfaisante, indépendante du lit de la rivière et des crues, et assurant l'exécution du travail prévu avec le maximum de sécurité.

Un des projets préconisait l'emploi d'un caisson en béton armé descendu sur le fond de la rivière après un dragage préalable du lit. Ce caisson formait partie intégrante d'un manteau de protection autour du pilier, dont il constituait l'enveloppe extérieure. Le béton était coulé dans l'eau à l'intérieur du caisson.

Les travaux furent adjugés au soussigné dont l'offre présentait les conditions les plus avantageuses, au double point de vue du coût et de l'absolue sécurité du dispositif prévu.

Ce projet était d'un type totalement différent et remplissait seul toutes les conditions exigées. Il consistait en un caisson en bois, d'une construction spéciale, avec poutres équarries horizontales, superposées et serrées à l'aide de boulons. Ce caisson avait une forme analogue à celle du pilier lui-même et reposait à sa base sur une forte armature en fer, faisant corps avec lui. (Fig. 2.)

Il avait une hauteur de 4 m. 20 et un espace de 80 cm. le séparait du pilier, où l'on pouvait circuler librement. Construit au-dessus du niveau de l'eau, il descendit dans le lit mobile de la Sarine par son propre poids augmenté d'une surcharge de 40 tonnes de masses de fonte réparties sur son arête supérieure. A l'intérieur de cette paroi, les ouvriers piochaient dans le lit de la rivière et les déblais étaient évacués. L'épuisement des eaux fut assuré au moyen de deux puissantes pompes centrifuges, débitant chacune 3000 litres d'eau à la minute.

Entrepris le 3 janvier 1925, les travaux furent poussés sans aucune interruption.

A la construction du caisson qui dura une semaine, succéda l'installation des pompes à sa partie supérieure et faisant corps avec lui. Le poids de ces pompes s'ajouta ainsi à celui des masses de fonte nécessaires à la descente du caisson.

Celui-ci s'enfonça normalement de 10 à 20 cm. en vingt-quatre heures, au fur et à mesure de l'extraction des déblais. L'opération du fonçage fut poussée jour et nuit à l'aide de deux équipes d'environ quinze ouvriers. La chambre de travail était éclairée par huit lampes électriques. La molasse dure, compacte, du fond fut atteinte à environ deux mètres sous le niveau des basses eaux, le 31 janvier. Le fonçage était terminé.

Grâce à la parfaite étanchéité des parois du caisson, on put examiner à son aise le massif des fondations. Cet examen permit de constater l'existence de plusieurs phases successives de réparations antérieures du pilier.

Le fût proprement dit du pilier, en gros blocs de molasse, repose directement sur le rocher. Les érosions avaient mordu profondément dans ce pilier en molasse et l'on s'explique difficilement pourquoi il ne fut pas fait usage de pierre dure, dès le début. Un épaulement en saillie à mi-hauteur de la fondation laisse supposer que la pile fut reconstruite ou réparée à partir de ce niveau

Cette phase pourrait bien correspondre à la reconstruction signalée en 1853-54. A la même occasion, le fût de la pile fut entouré d'une carapace de protection en béton de chaux de 1 m. 20 d'épaisseur. Cette enceinte de protection était en très mauvais état. Dans sa plus grande partie elle ne reposait pas sur le rocher du fond, et le béton présentait des cavités pleines de terre, ce qui prouve que ce travail fut exécuté dans d'assez mauvaises conditions, avec des moyens très sommaires.

La présence d'un anneau de béton de ciment très dur, au-dessus du béton de chaux, révèle l'existence de réparations plus récentes, quoique superficielles, correspondant probablement à la consolidation signalée en 1871.

Cette cuirasse en béton fut en majeure partie démolie. Un coffrage en planches jointives fut dressé à l'intérieur du caisson, après avoir nettoyé et piqué convenablement la surface du rocher. On y introduisit du béton à consistance plastique, dosé à 300 kg. de ciment Portland spécial à prise rapide et renforcé par une armature convenable de fers ronds.

Le travail était achevé le 7 février.

Le caisson fut enlevé de la gaine de gravier qui l'entourait à l'aide de quatre palans suspendus au tablier du pont et démonté. Nous nous empressons d'ajouter que l'exécution de ce travail difficile fut grandement favorisée par un temps splendide. De mémoire d'homme on n'avait assisté à un hiver aussi doux. Les journées se succédaient, tièdes, illuminées par un soleil généreux. Devisé à Fr. 15 000 le coût des travaux s'éleva à environ Fr. 16 000. C'est dire que les prévisions de notre Edilité avaient été judicieusement calculées.

Un instant menacé, notre vieux pont de Berne n'a désormais plus rien à craindre des attaques de la rivière et sa pérennité nous paraît assurée. Son plancher par contre, souffre de vétusté et devra être transformé un jour pour répondre aux exigences sans cesse grandissantes de la circulation des véhicules.

En terminant, nous formulons le vœu que l'on conserve intactes ses lignes austères et simples, son aspect médiéval, afin qu'il nous parle toujours du passé avec la même piété familière et qu'il nous porte à aimer toujours plus notre Vieux-Fribourg.

Concours pour l'étude d'un projet du nouveau bâtiment aux voyageurs de la gare de Fribourg.

Rapport du Jury,
(Suite.)¹

N° 18 *Minerve*: La disposition des plans est en général bonne. L'auteur a cherché assez judicieusement des masses symétriques, ce qui, étant donné les conditions de la situation, ne présente pas d'avantages sérieux.

L'aménagement de la courette en façade est inadmissible. Eclairage des guichets insuffisant. L'auteur a cherché une solution symétrique sans imposer trop fortement l'axe central. Architecture assez bien appropriée. Les proportions des baies du rez-de-chaussée ne sont pas sans critique. Le motif

arcades présentant quelque charme, est cependant moins favorable au mouvement que la marquise. Le clocheton est superflu.

Dans la variante l'accentuation de l'axe central par un fronton nuit à la tranquillité du projet. (A suivre.)

Scéléron. Aéron. — Dits les « Aciers Légers ».

Sous le nom de *Scéléron* et *Aéron*, la « Frankfurter Metallbank » a lancé sur le marché deux nouveaux alliages d'aluminium dont la teneur en aluminium est de 85 au moins et celle des autres éléments de 5 % au moins et de 15 % au plus. Parmi ces autres éléments, le *lithium* est caractéristique du *scéléron* et de l'*aéron* dont certaines propriétés particulièrement remarquables sont dues à un traitement thermique spécial.

Le *scéléron* et l'*aéron* sont en effet dotés, malgré leur faible poids spécifique, de caractéristiques mécaniques extraordinairement élevées.

Caractéristiques mécaniques.

	<i>Scéléron</i>	<i>Aéron</i>
Résistance à la traction, kg/mm ² . . .	40-50	36-42
Allongement, %	10-20	18-25
Dureté Brinell (bille 10 mm., charge 500 kg.)	100-120	90-110
Module d'élasticité, kg/mm ²	7000	7000
Limite apparente d'élasticité, kg/mm ² .	25-30	15-20
Striction, %	20-30	30-40
Flexions répétées ($r = 10 d$)		8-12
Indice d'emboutissage Erichsen (tôle de 1 mm. d'épaisseur)		7-8
Poids spécifique	2,95-3	2,7-2,8

Le *scéléron* est livré sous forme de barres, de profilés, de pièces estampées et de plaques, de bielles estampées finies ou seulement ébauchées de forge. Les déformations intenses (pliage, refoulements, etc.) ne doivent être pratiquées qu'à chaud ou sur métal recuit.

L'*aéron* est dans le commerce sous forme de feuilles, tubes, bandes, barres, profilés, fils et rivets.

Propriétés mécaniques. Le *scéléron* se laisse parfaitement usiner au moyen des outils de coupe. Le tournage, le rabotage, le fraisage, le perçage et le sciage sont plus aisés que pour le laiton.

Le principal avantage du métal *aéron*, sous la forme de feuille ou de tube, consiste dans sa plasticité extraordinaire, correspondant à son grand « allongement » et à son grand « indice d'Erichsen ». Le pliage, le plissage, l'étirage, le bordage et le refoulement sont praticables sans autre. Quand il s'agit de formes particulièrement difficiles à réaliser, il est recommandable de travailler le métal à l'état recuit et de le bonifier ensuite.

Assemblage. Il se fait le mieux par rivetage, boulonnage, agrafage, etc. La brasure et la soudure sont possibles, mais ne sont pas recommandables.

Un chauffage prolongé au-dessus de 100-150° pour le *scéléron* et au-dessus de 150° pour l'*aéron* doit être évité, car, à cause du « revenu » qu'il produit, il est préjudiciable aux caractéristiques mécaniques.

Stabilité. Ces alliages sont parfaitement stables à l'air sec : les parties polies conservent leur poli. La stabilité chimique de l'*aéron* correspond à peu près à celle de l'aluminium pur.

Avantages d'ordre économique. Outre leur précieuses qualités techniques, le *scéléron* et l'*aéron* sont dotés d'avantages d'ordre économique découlant surtout de leur faible poids spécifique. Par suite de la réduction du poids, des économies sont réalisées sur les frais de transport et de douane. Les avantages inhérents à ces nouveaux alliages sont particulièrement sensibles pour les pièces en mouvement qui doivent posséder,

¹ Voir *Bulletin technique* du 16 janvier 1926, page 19.