

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 17/18 (1891)
Heft: 15

Artikel: Passerelle suspendue, sur la Sarine, à Fribourg (Suisse), pour le passage de la conduite ascendante de la Société des Eaux et Forêts
Autor: G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-86105>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

naten zu beobachten. Für das schweizerische Netz wurde die Sternwarte in Bern gewählt, auf welcher die geographische Breite (Polhöhe) nebst einem astronomischen Azimuth nach der Dreiecks-Station Gurten von Plantamour bestimmt und welche selbst noch durch Winkelmessungen an das Netz angeschlossen wurde. Mittelst dieser Werthe wurden dann unter Zugrundlegung des Bessel'schen Ellipsoides für alle Dreieckspunkte die geographischen Coordinaten berechnet. (Für die nähern Details aller hier erwähnten Berechnungen vergleiche „Das schweizerische Dreiecknetz“, Band 1—5, Zürich in Commission bei S. Höhr.)

Es handelt sich jetzt des Weitern noch darum, wie die so berechneten Werthe der geographischen Coordinaten mit den wirklichen, wie sie sich aus astronomischen Beobachtungen ergeben, übereinstimmen, welche Frage auf eine andere hinauskommt, nämlich: entspricht die das schweizerische Dreiecksnetz überspannte Erdoberfläche dem den Rechnungen zu Grunde liegenden Bessel'schen Ellipsoid und wenn nicht, welches sind die Abweichungen, beziehungsweise welches ist deren wahre Gestalt? Die bis jetzt ausgeführten bezüglichen Beobachtungen liessen bereits ziemlich grosse Abweichungen finden, wie es auch bei der Unebenheit des Terrains nicht anders zu erwarten war, auf welche aber einzugehen ausserhalb des Rahmens vorliegender Betrachtungen liegt.

Passerelle suspendue, sur la Sarine, à Fribourg (Suisse), pour le passage de la conduite ascendante de la Société des Eaux et Forêts.

(Avec une planche.)

I. Considérations générales.

Il existe dans le canton de Fribourg six ponts et un certain nombre de passerelles suspendus. Quoique basées sur le même principe, ces constructions diffèrent les unes des autres quant aux détails constructifs, la nature des matériaux de construction qui se trouvaient à proximité du chantier et enfin suivant les moyens financiers dont on disposait.

A l'exception de trois ponts cantonaux, toutes les autres constructions ont été, sous la surveillance de l'Etat, construites par des particuliers, des corporations et des communes.

Dans le Nr. 11 de la „Bauzeitung“ du 17 Mars 1888, nous avons déjà publié une notice sur une passerelle suspendue originale, établie pour la conduite d'eau de la ville de Bulle.

La crue extraordinaire de la Sarine du 3 Oct. 1888 nous a donné l'occasion de faire de nouvelles expériences sur l'usage que l'on peut faire des constructions suspendues. Voici comment: La grande conduite ascendante (400 mm de diamètre) de la Société des Eaux et Forêts, — échouée au fond du lit de la Sarine et garantie d'abord par un massif de béton, puis plus tard par un radier général — fut partiellement emportée par la crue en question. La ville de Fribourg, tant pour ses usages domestiques que pour la force motrice à domicile, se trouvait ainsi à la porte de l'hiver privée d'eau. Il importait donc de rétablir le plus tôt possible la dite conduite et nous avons eu dans ce but recours à une passerelle suspendue.

Si nous n'avons pas renseigné plus tôt les lecteurs de la Bauzeitung sur cette construction qu'on a taxée d'américaine, c'est pour le motif que nous avons voulu nous assurer comment elle résisterait aux causes qui devaient, au dire du public, amener sa destruction à courte échéance! Grâce à Dieu ces prévisions pessimistes ne se sont heureusement pas réalisées.

Nous ne nous arrêterons pas aux nombreuses solutions proposées par les profanes, toutes plus saugrenues les unes

que les autres; nous entrerons de suite en matière sur le projet adopté et exécuté.

Notre première idée avait été d'établir, sur les deux rives, des dispositions en bois sur palées espacées de 15 m et de franchir la partie centrale au moyen d'une construction suspendue de 30 m d'ouverture. Mais la difficulté d'établir ces tronçons de ponts en bois, à cause du lit rocheux de la Sarine qui ne permettait pas de battre des pieux pour la construction des palées, d'un côté, et, de l'autre côté, le danger que cette construction pouvait présenter en cas de crue, pour le motif que la Sarine charrie par les grandes crues beaucoup d'arbres — tous ces motifs nous ont engagés à franchir d'un seul jet toute la largeur de la rivière (64 m) au moyen d'une passerelle suspendue.

II. Description et exécution des travaux.

La passerelle comprend les parties suivantes: 1. les piliers ou supports des câbles; 2. les massifs d'amarre; 3. les piles en rivière; 4. les câbles et les tiges pendantes; 5. le tablier; 6. la conduite; 7. les dispositions prises contre les basses températures et enfin 8. divers.

1. *Piliers.* La fondation des piliers destinés à recevoir les câbles, fut exécutée en partie dans l'eau au moyen de *tunages* (fascines, clayonnages et gravier). Sur ce tunage fut placé un grand cadre en bois, divisé tous les 2,50 m par des traverses et des longrines en bois. Les espaces vides furent pavés avec de grosses pierres aussi jointives que possible. Le cadre fut ensuite fixé à la digue au moyen d'une série de pieux; en outre, du côté de la rivière quatre grands pieux avec sabots en fer furent battus avec la sonnette. Sur la rive gauche, exposée au courant, la digue fut en outre protégée par trois saucissons fasciés de 15 à 20 m de longueur et de 0,50 à 0,60 m de diamètre. Ces saucissons sont fixés à la rive au moyen de câbles en fil de fer et chargés avec de gros blocs de molasse. Sur ce soubassement (digue) a été établi la culée proprement dite, au moyen d'un caisson formé de bois ronds et rempli de cailloux de la Sarine.

Les piliers proprement dits, reposant sur les caissons-culées, ont la forme d'une pyramide tronquée à base rectangulaire. La hauteur des piliers au-dessus de l'étiage est de 8 m.

Les câbles passent sur une traverse en chêne, de 25 à 30 cm d'équarrissage.

2. *Massifs d'amarre.* (Fig 12 et 13.) Les massifs d'amarre se composent aussi de caissons en bois ronds remplis de galets de la Sarine. Les câbles enveloppent les massifs par l'intermédiaire de montants en chêne. Les massifs d'amarre ont environ 6,60 m de long, 4,30 m de large et 2 m de hauteur, soit en totalité un cube, en chiffre rond de 57 m³.

3. *Piles en rivière.* La passerelle a été calculée pour supporter la conduite sans piles en rivière, mais pour les motifs suivants, nous avons jugé à propos d'introduire ces dispositions accessoires: D'abord en cas d'accident aux câbles, les poutres porteuses de la passerelle peuvent supporter d'une pile à l'autre la conduite d'eau; en second lieu il fallait se prémunir contre les tassements qui devaient inévitablement se produire dans les bois (verts) et les assemblages; enfin les tuyaux à bride admis, ne pouvaient supporter de flexion. Quant à l'action du vent sur cette construction, nous ne nous en sommes guère inquiétés. Les vents, même les plus violents, ne pouvaient avoir aucune action sur elle, rendue rigide qu'elle est par un double contreventement et par le fait que la charge maximale est permanente et uniformément répartie, ce qui n'est pas le cas dans les ponts suspendus ordinaires.

Nous pensions au lieu de piles, construire de simples palées; c'est-à-dire battre plusieurs pieux dans le fond du lit de la rivière, mais la chose n'a pas été possible à cause de la présence du massif de béton de l'ancienne conduite et de la nature rocheuse du fond du lit de la rivière.

Dans ces conditions, nous nous sommes décidés à construire avec des bois ronds de vraies piles, de forme pyramidale, que nous avons lambrissées extérieurement avec

des madriers de 6 cm d'épaisseur afin que, par les hautes eaux, des arbres ou des épaves n'aillent se prendre aux montants des piles. Un plancher fut établi aussi bas que possible et l'intérieur des piles rempli de cailloux. En outre, pour augmenter encore le poids de ces dernières, de gros blocs de molasse furent suspendus à la charpente de la pile au moyen de petits câbles. La pile droite, fondée sur la grève, est garantie par un caisson en bois ronds, rempli de gros blocs formant en quelque sorte un enrochement à la base de la pile.

4. *Câbles et tiges pendantes.* (Fig. 4, 10 et 11.) La passerelle est supportée par deux câbles ayant chacun 170 fils Nr. 18 (section 9,079 mm², poids 70,82 gr par mètre courant). Les câbles d'amarre sont composés chacun de 200 fils de même numéro et sont assemblés aux câbles de suspension au moyen de cinq croupières dont trois pour chaque câble de suspension et deux disposées en sens inverse, pour chaque câble d'amarre (voir Fig. 10 et 11). A travers ces croupières sont placées des clavettes qui assemblent ainsi les câbles et ont servi à régler la tension de ces derniers. Afin d'activer le plus possible les travaux, les câbles furent confectionnés à proximité du chantier pendant que l'on exécutait les massifs d'amarre et les supports. Ils se composent de trois petits câbles mis en place les uns après les autres et ligaturés ensemble après les avoir réglés à la même flèche.

Un problème assez complexe s'est présenté en ce qui concerne la flèche à donner aux câbles au moment du réglage, à cause du genre spécial de construction. Nous ne savions pas de combien les câbles s'allongeraient. Ayant été fabriqués à la hâte et par une température basse, ils n'avaient pas reçu la tension à laquelle ils seraient soumis plus tard. D'un autre côté la construction exécutée en grande partie en bois vert, devait être soumise à des tassements qui pouvaient donner lieu à une augmentation de la flèche, qui échappait à tout calcul.

Voici comment l'augmentation de la flèche s'est produite au fur et à mesure que le poids augmentait :

1. lorsque les câbles étaient réglés et qu'ils n'avaient que leur poids propre à supporter, la flèche a été de 3,09 m
2. après la pose du tablier de 4,— "
3. après la pose des tuyaux et le poids de l'eau représenté par des sacs de sable 4,40 "

Avec ce poids total, le tablier ne reposait pas sur les piles.

Si nous avions eu des mécomptes, les piles en rivière se seraient opposées à un affaissement trop considérable de la construction et nous aurions permis de régler à nouveau les câbles, soit au moyen des clavettes d'assemblage, soit en raccourcissant les tiges pendantes.

Les tiges sont formées alternativement de 8 et de 14 fils Nr. 16. Elles sont espacées de 2,5 m les unes des autres. Le projet prévoyait des tiges tous les 5 m à 8 fils ; mais à cause des tassements qui peuvent se produire et des secousses pendant la pose des tuyaux, nous avons placé, entre deux, de nouvelles poutrelles, avec des tiges de 14 fils.

Nous devons à propos des câbles, relever ici les observations faites durant la période de construction et qui corroborent ce qui a été publié dans le Vol. XII, Nr. 23, page 148 de la „Bauzeitung“ sous le titre „Ueber das Verwittern von Materialien“. Voici de quoi il s'agit : Nous avons dans le courant du mois de Novembre, alors que la température était tombée au-dessous de zéro et que les nuits étaient claires, constaté que les câbles à certains endroits, se couvraient dans leur partie supérieure d'une couche rougeâtre ayant l'aspect de la rouille. Nous avions d'abord pensé à de la malveillance et cru que l'on avait répandu un corrosif quelconque sur les câbles, mais l'analyse faite de la matière rougeâtre, n'a donné ni trace d'acide, ni de fer. D'autre part ces taches rougeâtres disparaissaient durant la journée alors que la température montait au-dessus de zéro pour réparaître le lendemain matin lorsque la température était de nouveau basse. Ce

phénomène s'explique de la manière suivante : Les câbles avaient été, après avoir été graissés à l'huile mélangée de suif, enduits de goudron de gaz recuit et neutralisé. Ce dernier devait encore renfermer un peu d'humidité ou en avoir absorbé de l'air qui était alors très-humide. Or, pendant la nuit alors que la température tombait au-dessous de zéro, l'eau renfermée dans les pores du goudron par suite de la radiation, se congelait, se dilatait et apparaissait sous forme d'aiguilles de glace dont la couleur rougeâtre provenait des matières colorantes que renferme toujours le goudron.

5. *Tablier.* (Voir Fig. 4, 5, 8 et 9.) Le tablier se compose de deux fermes, système Howe, espacées de 2 m et contreventées en haut et en bas par des traverses et des croix de St. André. Il représente en quelque sorte un caisson de 2 m de côté. Il repose sur des poutrelles ayant 15/9 cm espacées les unes des autres de 2,50 m et supportées aux câbles par les tiges pendantes. Les fermes ont été disposées et calculées de façon à pouvoir supporter le tablier à 20 m sans le concours des câbles. Si les piles en rivière n'avaient pas été construites, des haubans auraient été prévus pour saisir des deux côtés le tablier à 20 m de distance des rives. En cas d'accident aux piles, cette dernière disposition pourra toujours être mise en pratique.

Les tuyaux reposent, par l'intermédiaire de sellettes en chêne, sur des traverses, lesquelles sont fixées aux longrines inférieures des poutres comme l'indiquent les fig. 8 et 9. Cette disposition nous a permis de monter plus rapidement le pont et de déplacer à volonté les traverses, de manière à ce que les joints des tuyaux ne viennent pas à reposer directement sur une traverse et qu'ils ne soient ainsi moins exposés aux secousses.

Les fermes du pont ont été exécutées par tronçons de 5 à 6 m de longueur, en ménageant un croisement suffisant pour les joints, et assemblées sur le pont, bout à bout. Cette opération a pu ainsi être menée rapidement. Au fur et à mesure de leur placement, les tronçons de fermes furent reliés transversalement en bas et en haut par les traverses dont il a été question.

Les fermes sont encore rendues rigides par des bras de force (consoles) en fer \square du poids de 5,8 kg, fixés aux longrines supérieures des fermes et s'appuyant sur les extrémités des poutrelles.

Les extrémités du tablier sont fixées aux culées par deux fortes pièces en bois de 25/25 cm d'équarrissage et de 8 m de longueur. Les fermes sont fixées à ces pièces de bois au moyen de forts étriers. Ces mêmes pièces de bois traversent la culée à laquelle elles sont fixées au moyen de gros clous forgés.

6. *Conduite d'eau.* La conduite d'eau se compose de tuyaux en fonte à bride, provenant de l'usine de Choindex (Jura). Ils ont une épaisseur de métal de 22 mm, un diamètre intérieur de 400 mm, une longueur de 3,94 m et un poids de 1009 k. La jonction se fait par un léger emboîtement de 4 mm et au moyen d'une rondelle en caoutchouc. Les tuyaux sont assemblés les uns aux autres au moyen de 16 boulons.

Le collage des rondelles pendant la pose a présenté quelques difficultés ; nous avons fait des essais avec du miel, du goudron et de la colle, mais en vain. C'est avec de la thérebentine de Venise que nous avons obtenu un résultat favorable.

Aux deux extrémités du pont et à la jonction de la nouvelle conduite avec l'ancienne, c'est-à-dire là où des coudes existent, des massifs en béton ont été exécutés pour se prémunir contre les déboîtements de la conduite qu'auraient pu produire les coups de belier.

7. *Dispositions prises contre les basses températures.* (Fig. 4.) Pour garantir la conduite contre la gelée, les tuyaux ont été dans leur partie supérieure, d'abord recouverts de chiffons, puis enveloppés d'un mélange de mousse, de feuilles de hêtre et de copeaux de bois, renfermés dans un tube en planche. — Pour nous rendre compte de l'efficacité de cette disposition, nous avons fait, après les avoir réglés,

Seite / page

92(3)

leer / vide /
blank

des expériences avec deux thermomètres minima: l'un placé dans le tube sur le tuyau et l'autre à l'extérieur. Voici le résumé des observations que nous avons faites:

Depuis le mois de Janvier jusqu'au 20 Mars, il a été, entre les deux séries d'observations, constaté des différences de température de 12°. Dans le tube enveloppant la conduite la température a oscillé entre +2° et -2°, tandis qu'extérieurement elle est tombée souvent à -10, -12 et même -16°.

A partir du 20 Mars et jusqu'au 30 Avril, la différence a été de 4° à 5°; la température intérieure s'est successivement élevée de 2° à 5° et celle extérieure a varié de +3° à -3°.

Entre le 30 Avril et le 14 Mai, les deux températures (ext. et int.) sont restées au-dessus de zéro; celle intérieure a été en moyenne de +5° et celle extérieure de +2°.

Enfin à partir du 14 Mai, les deux températures continuent à s'élever; celle intérieure a atteint +8° et celle extérieure +6°.

III. Divers.

Nous comprendrons sous cette rubrique: 1. le poids, 2. les matériaux employés, 3. le coût et 5. les calculs.

1. Poids.

Poids du bois	kg	7855
poids du fil de fer	"	1599
poids du fer, boulons, consoles etc.	"	519
tuyaux	"	16000
eau	"	7536
enveloppe	"	6310

Poids total du pont, kg 39819

2. Matériaux employés.

a) Bois. Bois en grume	53 m ³
bois sciés, 2052 m courts.	23 m ³
madriers	240 m ²
osiers, fascines, piquets	1560 m
b) Pierres. Molasse	29,17 m ³
cailloux de la Sarine	231 m ³

3. Coût.

a) Travaux préliminaires, installations	Fr.	1000.—
b) Passerelle.		
Bois	Fr.	4962.—
fers	"	4471.—
ouvriers	"	4555.55
fournitures diverses	"	716.10
	"	14704.65

Conduites.

Tuyaux	Fr.	4680.45
ouvriers	"	3177.45
bois	"	822.35
maçonnerie	"	490.—
divers	"	418.55
	"	9588.80
Total	Fr.	25293.45

4. Calculs.

Rien n'est plus facile que de calculer un pont suspendu. Cependant lorsqu'on ne s'occupe pas spécialement de ce genre de construction, on éprouve, lorsqu'il s'agit d'en calculer, quelques hésitations. On ne trouve souvent pas les formules nécessaires. Si on croit les avoir trouvées, on se demande si on est dans le vrai. C'est pourquoi, à titre de renseignement, nous donnons ci-après brièvement les calculs de la construction qui nous occupe.

a. Calcul des câbles (voir Fig. 1).

$$T = \frac{p \cdot d}{2f} \sqrt{d^2 + 4f^2},$$

$$2d = 64, \quad d = 32,$$

$$2d_1 = 60,50, \quad d_1 = 30,25,$$

$$P = 39819,$$

$$p = \frac{P}{2d_1} = \frac{39819}{60,50} = 658,2 \text{ kg par mètre courant,}$$

$$T = \frac{658,2 \times 32}{2 \times 4,4} \sqrt{(32)^2 + 4(4,4)^2},$$

$$T = 79463 \text{ kg.}$$

$$\text{Section} = \frac{T}{q}; \quad q = 26 \text{ p. mm}^2 \text{ sécurité triple,}$$

$$\text{Section} = \frac{79463}{26} = 3056 \text{ mm.}$$

$$\text{fil Nr. 18} = 9 \text{ mm}^2 \text{ de section.}$$

$$\frac{3056}{9} = 340 \text{ fils en chiffre rond ou 170 pour chaque câble de suspension formé chacun de 2 câbles de 60 et 1 de 50 fils.}$$

b. Massifs d'amarre (voir Fig. 2). Les massifs d'amarre doivent avoir un poids suffisamment grand pour résister à la tension T (79463 kg).

Soit P le poids du massif et β l'angle que fait le câble de retenue avec la verticale, la tension T se décompose en deux composantes: l'une $T \cdot \cos \beta$ laquelle étant verticale, tend à soulever le massif; l'autre $T \cdot \sin \beta$, agissant horizontalement et tendant à faire glisser le massif sur sa base.

Pour que le massif ne soit pas soulevé, il faut que $T \cdot \cos \beta < P$ et pour qu'il ne glisse pas, $T \cdot \sin \beta < c(P - T \cos \beta)$, où c est le coefficient de frottement.

$$T = 79463 \text{ kg; } \beta = 72^\circ; \sin \beta = 0,9511; \cos \beta = 0,3090; c = 0,77; P = 124872 \text{ kg} (= 6,6 \times 4,3 \times 2 \times 2200).$$

$$\text{I Cas: } T \cdot \cos \beta < P.$$

$$79463 \times 0,3090 < 124872; 24554 < 124872,$$

le massif ne peut donc être soulevé.

$$\text{II Cas: } T \cdot \sin \beta < c(P - T \cos \beta).$$

$$79463 \times 0,9511 < 0,77(124872 - 24554); 75577,25 < 77244,86,$$

le massif ne peut pas non plus glisser sur sa base.

Si nous n'avons pas ici une grande sécurité, nous ferons observer que la base du massif est disposée en gradins et que le premier cadre du caisson est en outre fixé au sol au moyen de gros piquets, ce qui naturellement augmente considérablement le frottement et partant la résistance au glissement.

c. Tiges pendantes. Quant aux calculs des tiges pendantes, c'est celui d'une barre ou d'un fil de fer soumis à un effort de traction. Il suffit donc de diviser la tension exprimée en kilos par le coefficient de résistance admis.

IV. Conclusions.

En publiant cette courte notice, notre but a été d'indiquer aux lecteurs de la „Bauzeitung“ de quelle utilité peut être dans certains cas, l'emploi des constructions suspendues et surtout lorsqu'il s'agit de franchir provisoirement avec économie et rapidité des espaces plus ou moins grands.

Dans le cas qui nous occupe, l'application d'une construction suspendue, présentait de sérieux inconvénients, car au lieu d'un passage à char nous avions affaire à une conduite d'eau de grand calibre, supportant peu de flexion et soumise à une forte pression (16 atmosphères). Il fallait donc obtenir une disposition aussi rigide et fixe que possible. Quoiqu'il en soit, construite rapidement au coeur de l'hiver, avec des bois fraîchement abattus, elle s'est bien comportée jusqu'à ce jour. Sans doute quelques tassements se sont produits dans les assemblages, les piliers et les massifs d'amarre, mais il ne faut pas demander à cette construction plus qu'elle ne peut donner.

Comme les frais d'entretien augmenteront sensiblement d'une année à l'autre et pour se mettre à l'abri d'accidents qui pourraient amener une interruption dans le service des eaux de la Ville, l'Administration des Eaux et Forêts a agi sagement en décidant dernièrement la reconstruction en fer, de cette passerelle provisoire. G.

Miscellanea.

- Schweizerische Eisenbahn-Concessionen. In seiner Sitzung vom 3. dies hat der Ständerath folgende Concessionen ertheilt:
 Für eine Normalspurige Eisenbahn von *Huttwil nach Wohlhausen*.
 „ „ Drahtseilbahn mit Meterspurweite vom *Hardthurm auf die Waid bei Zürich*.
 „ „ Zahnradbahn nach System *Abt* mit Spurweite von *80 cm* von *Brunnen über Morschach auf die Frohnalp*.