

# Ponts de guerre

Autor(en): **Buhler, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **56 (1930)**

Heft 6

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-43490>

## **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.

# BULLETIN TECHNIQUE

Réd. : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Ponts de guerre*, par M. A. BUHLER, ingénieur, chef de la section des ponts à la Direction générale des Chemins de fer fédéraux (suite). — *Quelques considérations sur les dérivations dites « provisoires »*, par M. MAURICE GOLAZ, ingénieur, D<sup>r</sup> ès sciences techniques. — *La « coupure » entre les deux réseaux à voie étroite de l'Oberland bernois*. — NÉCROLOGIE : *Adrien Palaz, ingénieur*. (Planche hors texte N° 5.) — SOCIÉTÉS : *Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (section S. I. A.) et A.<sup>3</sup> E.<sup>2</sup> I. L.* — BIBLIOGRAPHIE. — *Service technique suisse de placement*.

## ADRIEN PALAZ

*L'ami et précieux collaborateur de M. A. Palaz, qui a rédigé la notice biographique paraissant ci-après, sous le titre « Nécrologie », permettra au Bulletin Technique de s'associer à lui dans l'hommage qu'il rend en termes si heureux à la mémoire de cet éminent ingénieur qui fut un des fondateurs et le premier président de la Société du Bulletin Technique de la Suisse romande, à laquelle il voua longtemps une sollicitude très efficace.*

## Ponts de guerre,

par A. BUHLER, ingénieur, chef de la section des ponts à la Direction générale des Chemins de fer fédéraux.

(Suite.<sup>1</sup>)

### III. Systèmes pour la réparation de ponts détruits.

Bien que les Etats militaires européens eussent reconnu dès la guerre franco-allemande de 1870-71 l'importance du matériel de ponts de guerre préparé d'avance et qu'ils en eussent muni leurs armées, ils ne l'avaient pas fait dans une mesure pouvant suffire à peu près aux exigences de la monstrueuse guerre passée. Autrefois déjà, on avait établi, à plusieurs reprises, des ponts de guerre assez grands, je me bornerai à rappeler le pont en bois jeté en dix jours sur le Rhin entre Cologne et Bonn, par César. Dans les temps modernes on a construit un pont sur le Potomac-Creek, pendant la guerre de Sécession, et réparé des viaducs (par exemple près de Jessernik et Holinec de la ligne Prerau-Oderberg) durant la guerre austro-prussienne (1866). Au cours de la guerre franco-allemande (1870-71) les Allemands ont employé pour diverses constructions les poutres en bois système Howe, qu'ils avaient prises aux Français. Un assez grand travail de cette époque est aussi le rétablissement du viaduc de Xertigny près d'Épinal sur la ligne Nancy-Vesoul. Je citerai enfin le viaduc en bois élevé par les Russes sur le Pruth pendant la guerre russo-turque (1877), et divers travaux de ponts durant la guerre sud-africaine (anglo-boër).

Mais l'importance de tous ces travaux s'efface devant les constructions de ponts de la guerre mondiale où il y eut, notamment, des charges énormes à transporter,

comme des tracteurs, tanks, trains de mortiers, etc. Les ponts-routes ont dû satisfaire souvent à des charges d'essieux de 17 tonnes en cas de transport de pièces à longue portée. En général les grands travaux de réparation durent être exécutés par les armées allemandes et autrichiennes qui avaient envahi les pays ennemis. Elles ont admirablement résolu ce problème, les Alliés eux-mêmes le reconnaissent. Mais, après la bataille de la Marne et lors de la retraite des Allemands en 1918, les Français eurent, de leur côté, l'occasion de montrer leur habileté dans la construction des ponts de guerre, art qu'ils cultivaient depuis des dizaines d'années. Le constructeur bien connu, Eiffel, le premier, construisit en 1873, des ponts dits coloniaux, pour la Cochinchine. A ce propos rappelons qu'il existe plusieurs dénominations pour ce genre de ponts :

Nous avons des ponts démontables (zerlegbare Brücken),  
 » militaires (Militärbrücken),  
 » improvisés (Notbrücken),  
 » coloniaux (Kolonialbrücken),  
 » portatifs (tragbare Brücken),

*mais au fond, tous sont identiques*, comme résultat de la solution du problème de transporter et de monter aussi rapidement que possible une construction préparée d'avance à un endroit donné.

Je regrette de ne pouvoir examiner ici dans tous leurs détails les divers systèmes de ponts de guerre, extrêmement intéressants d'ailleurs, car l'espace mis à ma disposition fait défaut. Mais pour donner au moins une idée des préparatifs des Etats militaires dans ce domaine je vous fournirai quelques indications générales, en laissant de côté les petits ponts de pionniers et les systèmes des ponts sur bateaux ou pontons pour l'infanterie ainsi que tous les impedimenta correspondants d'une grande

<sup>1</sup> Voir *Bulletin Technique* du 22 février 1930, page 41.

armée. Ces équipages de ponts font partie des divisions ou des corps d'armée et s'emploient aussi quand le passage d'un fleuve doit être forcé sous le feu de l'adversaire. Dans le cas où les ponts permanents eurent été complètement détruits on construisit tout d'abord, sinon des ponts sur pontons ou pieux légers, des ponts provisoires avec ouvertures de 5 à 15 m, situés environ 1 m au-dessus de l'eau, pour rétablir la communication avec les troupes combattantes.

Quant aux systèmes lourds de ponts de guerre — surtout pour les chemins de fer et l'artillerie lourde — c'est :

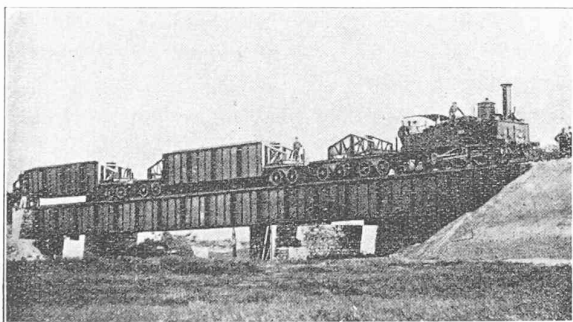
a) La France qui les a créés la première. Elle possède même depuis 1879, par décision d'une grande commission des chemins de fer, un système encore parfaitement utilisable aujourd'hui, et qui porte le nom de son inventeur, le général français Marcille. C'est Schneider, du Creuzot, qui en est le constructeur. Ce système Marcille fut le résultat d'un concours (1867-69) et accepté par ladite commission en 1875.

Ce système, caractérisé par de grands et lourds éléments, est destiné au service des chemins de fer et possède quatre types de poutres, selon la table suivante :

	hauteur des poutres	longueur des tronçons
Type 1 : a) jusqu'à 10 m de portée	0,7 m	1,25/2,5/5,0/10 m
b) de 10 à 20 m » »	1,1 m	
Type 2 : a) de 20 à 30 m » »	1,5 m	1,66/2,5/7,5/10 m
b) de 30 à 45 m » »	2,2 m	

Le type 1 permet d'adapter les portées à 1,25 m près, et le type 2 jusqu'à 0,83 m. Le poids par mètre courant est 0,5/0,72/1,4 et 2 t. Le système nécessite 7 catégories de boulons avec 72 types.

Pour le type 1 il existe un tablier, qui fait augmenter le poids par mètre à 1,72 et 2,4 t. Les tronçons de ponts seront expédiés depuis un poids de 10 t (max. 18,1 t)



× Fig. 9. — Pont système Marcille, de 45 m de portée, passage du train d'épreuve.

sur des wagons spéciaux (fig. 9). Sans transport, la durée de montage est fixée pour :

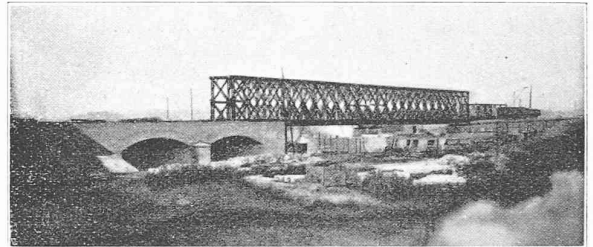
portée . . . . .	10	20	30	45 m
tablier supérieur . .	6	12	46	80 heures
tablier inférieur . .	—	—	60	110 heures

La distance des poutres principales est de 1,52 m et permet la fixation directe des rails. Pour les surcharges

actuelles des chemins de fer les portées maxima ne peuvent plus être utilisées. Les ponts sont emmagasinés dans une halle à trois nefs qui sont desservies par deux grues de 24 t de force.

Ce système a fait ses preuves en temps de paix et en temps de guerre lors de maintes interruptions de lignes.

De plus, la France possède le système du colonel Henry, d'un bon usage pour les ponts-routes et les ponts de



× Fig. 10. — Pont système Henry, sur la Meuse, près de Bazeille, reconstruction par les Français en 1922. 2 travées de 38 m chacune.

chemins de fer. Il a été introduit en 1887 et se fabrique dans les ateliers de Fives-Lille.

Le colonel Henry avait commencé ses études en 1875 déjà et avait voulu réaliser des éléments pouvant être transportés non seulement par chemin de fer, mais aussi sur routes et permettant de réparer en même temps une série successive de ponts détruits, ce qui n'est possible que dans une mesure restreinte avec le système Marcille. Les premiers essais pratiques commençaient en 1885 avec un pont d'une portée de 30 m, qui a pu être monté en 33 1/2 heures, sur la ligne Questembert-Ploërmel (Bretagne).

Les unités ou plutôt les barres sont différentes pour les ponts qui ont jusqu'à 33 m de portée, ceux qui ont jusqu'à 40 m et ceux qui ont jusqu'à 47 m. Le poids des barres ayant une longueur maximum de 4,5 m ne dépasse pas 800 kg. Ces unités s'assemblent d'après le système Gerber moyennant des goussets. Les ponts peuvent être construits à un ou à deux étages. Il est possible de monter par heure et par homme 25 kg de ce matériel. La fig. 10 donne une vue générale de ce système, qui représente le pont sur la Meuse près de Bazeille. Quelques autres données ressortent du tableau suivant :

Type 1, hauteur des poutres 3,50 m :			
6 à 18 m de portée	18 heures	pour montage et lancement,	
18 à 24 » » »	20 »	» » » » »	
24 à 33 » » »	30 »	» » » » »	

(poids max. d'une pièce : 450 kg ; poids du pont par m. c. : 1,75 t).

Type 2, hauteur des poutres 4,5 m :		
33 à 40 m de portée	38 heures	pour montage et lancement
(poids max. d'une pièce : 450 kg ; poids par m. c. : 2,4 t).		

Type 3, hauteur des poutres 7 m :		
40 à 47 m de portée	45 heures	pour montage et lancement
(poids max. d'une pièce : 800 kg ; poids par m. c. : 2,63 t).		

Le type 1 peut être utilisé, comme avant- bec jusqu'à 25 m de portée, lors du lancement des types 2 et 3, en

employant une pièce spéciale de 12 m de longueur. Les pièces de ponts ont une longueur de 4 m. Pour la construction des piles il existe des pièces spéciales d'un poids de 900 kg au maximum.

Pour des ponts-routes on a prévu deux types. Le type *a*, léger, portant jusqu'à 30 m, peut être monté en deux heures et pèse 0,23 t par m. c. Le matériel est chargé sur six voitures et peut être amené ainsi en campagne. Le type *b*, plus lourd, pèse 0,46 t par m. c. et doit être transporté par chemin de fer. En 1889 on essaya ce système en construisant un pont sur le Var près de Nice. On réussit à monter 18 travées de 21 m chacune (370 m. c.) en 52 heures avec 240 hommes, en commençant des deux côtés, ayant battu au préalable les pieux en bois nécessaires. Les fers, pesant 182 t, furent travaillés en 33 jours dans un atelier et chargés en 8 heures sur wagons.

Avant la guerre, il y avait à Versailles un dépôt du matériel des systèmes Marcille et Henry pour deux kilomètres de ponts à peu près.

Outre ces systèmes, il y a en France des quantités considérables de matériel système *Eiffel* propre aussi bien aux ponts de chemins de fer qu'aux ponts-routes. Ce système obtint le premier prix lors d'un concours pour ponts-routes en 1892.

Les types pour ponts-rails (fig. 11), consistent en grands éléments triangulaires à côtés inégaux. Ces éléments dont

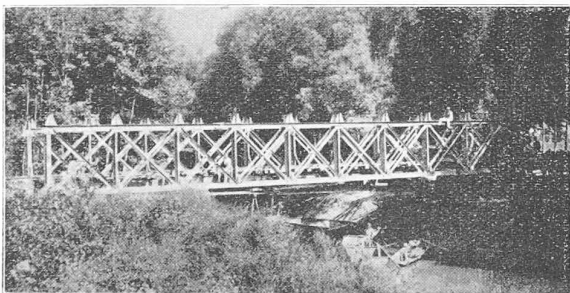


Fig. 11. — Pont système *Eiffel*, de 30 m, montage d'essai militaire (en Autriche).

le plus lourd pèse 417 kg s'assemblent par chevauchement et peuvent être utilisés pour des ponts à un étage et à deux étages. Les diagonales en une pièce sont avantageuses. Les membrures sont composées de deux pièces, qui sont distantes de 54 cm. Dans sa forme actuelle le système *Eiffel* existe depuis 1885, tandis que les premières études datent de 1881. Il fut classé en son temps après le système *Henry* (1886), mais ce système fut introduit quand même ensuite d'un essai favorable sur la ligne Questembert-Ploërmel, où une travée de 45 m de portée a pu être montée en 56 heures.

Le système a fait ses preuves si bien à plusieurs reprises sur les chemins de fer français lors d'interruption de lignes (Compagnie Paris-Orléans, trois ponts ; Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, un pont près de Culoz), que chacune de ces compagnies se procura un pont de 45 m de portée. Le montage en porte à faux et le lançage sont possibles.

Nous ajoutons encore quelques données sur ce système de ponts :

Portée	30 m, un étage et deux parois	45 m, deux étages et deux parois
Poids . . . . .	42	85
Avant-bec longueur en m	21	24
Contrepoids . . . . .	—	25
Ouvriers . . . . .	35	54
Assemblage/heures . . . .	16	36
Lançage » . . . . .	2 1/2	6 1/2 } 52 1/2 h
Abaissement » . . . . .	5 1/2	
Raccords » . . . . .	2	
Lançage à bras . . . . .	40 ouvriers	100 ouvriers
» mécanique . . . . .	—	30 »
Inflexion pour 6 t par m. c.	29,5 mm	41 mm

Le système *Eiffel* a aussi été adopté par les armées italienne et russe ; celle-ci l'a souvent employé en Galicie (par exemple pour le pont sur le Viar près de Prsemysl). Il a été également importé en Argentine, tandis que les Autrichiens le refusèrent après une expérience défavorable. (Eroulement d'un pont avec 340 soldats.)

Le système *Eiffel* est construit également pour des ponts-routes et des passerelles en trois types avec des portées jusqu'à 30,8 m. Il existe en outre des constructions spéciales pour des chemins de fer à écartement réduit et de campagne.

Pour les chemins de fer à voie étroite et pour les petites passerelles il existait en France aussi de bonnes études de l'ingénieur *Seyrig* (1888). Son système est articulé et se prête à toutes les méthodes de montage. Les portées peuvent varier de 5 à 30 m et les charges de 3,3 t/m à 0,75 t/m. Enfin les Français ont introduit pendant la guerre deux systèmes de plus ; le système *Pigeaud* pour les ponts-routes et le système *B.-S.* (*Bonnet-Schneider*) pour les ponts de chemins de fer. (B = Bonnet, capitaine du Génie, et S = Schneider, au Creusot.)

La construction des ponts d'après le système *Pigeaud* est très simple. Les éléments ont 2,50 m de haut et 5 m de long. Les membrures consistent en une âme de 300.7 mm et en deux cornières de 80.8 et une semelle de 300.8. Les diagonales croisées se composent de fer à  $\square$  120. La portée maximum fut fixée à 30 m avec une largeur utile de 3,2 m. Plus tard, les différentes barres furent renforcées pour permettre le transport de lourdes pièces d'artillerie (2 essieux de 17 t, distants de 7,8 m) et dimensionnées pour des portées jusqu'à 50 m. De novembre 1914 à avril 1919 on a employé à peu près 5,2 km de ces ponts. Le montage fut exécuté sur câbles tendus, aussi les poutres ont servi comme poutres de raidissement pour ponts suspendus.

Le système *Bonnet-Schneider* ressemble beaucoup au système *Marcille*. Il n'entre en considération que pour les besoins du chemin de fer et ne peut être transporté que par ce dernier, en grands tronçons avec voie de fer montée (rails et platelage en fer) comme la fig. 12 le fait voir. Les détails de ce système, notamment les accessoires, ont été établis avec un soin extrême, mais au fond il ne

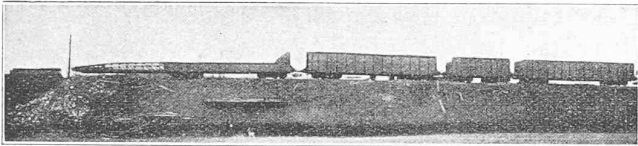


Fig. 12. — Pont système Bonnet-Schneider, tronçons montés sur bogies, prêts pour montage et lançage.

se prête qu'au lançage. La hauteur des poutres est de 2,4 m, leur distance de 2,55 m, et la portée maximum 47 m, dont le montage exige 52 heures. Au dire des ingénieurs que j'ai vus, il existe des constructions de ce système en acier au nickel.

b) En Allemagne il y avait avant la guerre les systèmes du capitaine Lübbecke et du major Schultz. Le système Schultz fut introduit en 1896 à la suite d'un concours d'idées. Ce système s'est montré suranné. Le principe sur lequel il repose est la combinaison du bois et du fer, mais les parties en fer sont seules tenues en réserve, car on admettait qu'on trouvera toujours à proximité du pont à réparer le bois nécessaire et qu'on pourra le travailler sur place. Le montage se fait sur câbles suspendus. Ce système ne fut pas employé pendant les trois premiers mois de la guerre et plus tard, on n'y recourut que rarement et à contre-cœur, semble-t-il. Le poids est 54 t pour 20 m de portée et 244 t pour 60 m de portée, avec les chevilles, dont la forme est très pratique. Le tablier est prévu pour des portées de 20 à 60 m en haut, et de 30 à 60 m aussi en bas.

Au commencement de la guerre, les Allemands avaient un stock assez considérable de matériel système Lübbecke, mais ils firent encore des achats pour 14 millions de marks, somme représentant 10 km de ponts ou 9000 t. Le prix en était très élevé ; en 1914, 1600 marks environ par tonne. Le système, en acier Siemens-Martin, comprend 33 parties différentes qui demandent un ajustage fort exact avec une tolérance de 0,05 mm pour les longueurs et de 0,4 mm pour les trous. Les pièces principales sont des barres en forme de Z, formant des

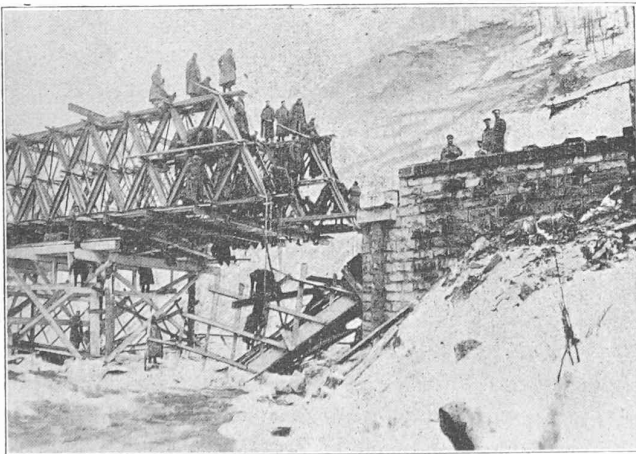


Fig. 13. — Pont système Lübbecke, reconstruction d'un pont au km 56,5 de la ligne Prédéal-Plöesti (1917).

triangles équilatéraux (fig. 13). Le nombre de ces pièces varie et peut s'élever à 30 pour les diagonales et les membrures. Elles sont reliées par des chevilles de 145 cm de longueur, en faisant usage de rondelles. Le montage se fait en général en porte à faux, mais il va sans dire qu'un montage sur échafaudage est possible aussi. Les barres se prêtent aussi à la construction de petites grues et de piliers, d'une hauteur maximum de 33 m. Les longerons et les éléments de pont sont les pièces les plus lourdes. (Longueur 8 m, poids 600 kg.) Quant aux autres, chacune d'elles peut être portée par deux hommes. Avec la voie une travée de 20 m pèse 59 t, et une travée de 60 m, 312 t. Pour le montage d'un pont

à un étage :	78 hommes travaillant 10 h. montent 8 panneaux,
à deux étages :	102 » » » » 4 »
	(ponts ouverts)
à quatre étages :	150 hommes travaillant 10 h. montent 2 panneaux
	(ponts à contreventement supérieur).

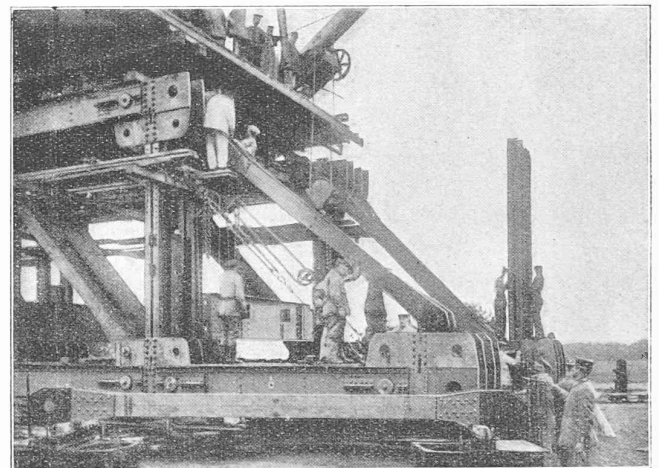


Fig. 14. — Pont système Kirchner, montage d'essai en atelier.

Ce système n'a pas entièrement répondu à ce qu'on en attendait.

Vers la fin de la guerre, la Gutehoffnungshütte fit l'essai du système Kirchner (fig. 14), cependant on n'arriva plus à l'employer. Au cours de la guerre les Allemands ont aussi perfectionné la construction des ponts provisoires à poutrelles, lesquels étaient d'une adaptation facile. Ils ont également employé des ponts en bois ou « trestles »<sup>1</sup>.

Pour ce qui concerne les ponts provisoires à poutrelles, ils ont été proposés par l'Union de Dortmund. Ces ponts se composent de poutrelles Differdange d'un mètre de hauteur en tronçons de 4,7, 8,5 et 11,5 m de longueur (fig. 15). Avec 6 poutrelles pour une voie on pouvait atteindre des portées allant jusqu'à 24,7 m. Le système fut fréquemment employé, car les portées nécessaires ne dépassaient d'ordinaire pas 20 m. La mise en place se faisait par lançage ou par montage direct à l'aide de

<sup>1</sup> «Trestle», terme technique anglais, signifie un viaduc en forme d'estacade, formée de cadres verticaux et travées distribuées plus ou moins régulièrement.

grues, consistant en poutrelles à treillis de 30 m de longueur et montées sur des galets de roulement. La grue pour lourdes charges que notre armée s'est procurée, mais qui fut démolie malheureusement depuis lors, fut du même système.

De plus l'Allemagne possédait au commencement de la guerre des dessins d'ateliers pour ponts articulés d'après le système de la Société Harkort, avec laquelle l'administration militaire allemande avait conclu des conventions. Le 14 septembre 1914 les premiers de ces ponts étaient prêts à être expédiés. Il en existe deux types avec les caractéristiques suivantes :

Portée	jusqu'à 28 m	jusqu'à 40 m
Hauteur des poutres . .	3,5 m	5 m
Longueur d'un panneau	4,0 »	4 »
Cotes du tablier . . . .	4 cotes différentes	4 cotes différentes
Membrure supérieure . .	[N° 30 avec plaque de couverture	[N° 30 avec plaque de couverture
Membrure inférieure . .	— 125/25	— 180/30
barres à œillet . . . .		
Diagonales . . . . .	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
Broches d'articulation .	$\Phi = 125 \text{ mm}$	$\Phi = 150 \text{ mm}$
Montants . . . . .	2[N° 26 distants de 33 mm	2[N° 26 distants de 33 mm
Ecartement des poutres	5,1 m	5,1 m

Le poids de ces ponts est de 45 t pour 20 m de portée et de 109 t pour 40 m de portée. Ces derniers peuvent être montés en 55 heures par 45 hommes (fig. 16). Comme le montage ne peut s'effectuer que sur échafaudages, ce système est parfois inutilisable. L'adaptation à des portées données est possible moyennant des panneaux spéciaux. Le prix de ces ponts est également plus élevé, ils sont deux fois plus chers que les constructions usuelles du temps de paix.

Il est intéressant de constater que les Allemands aient

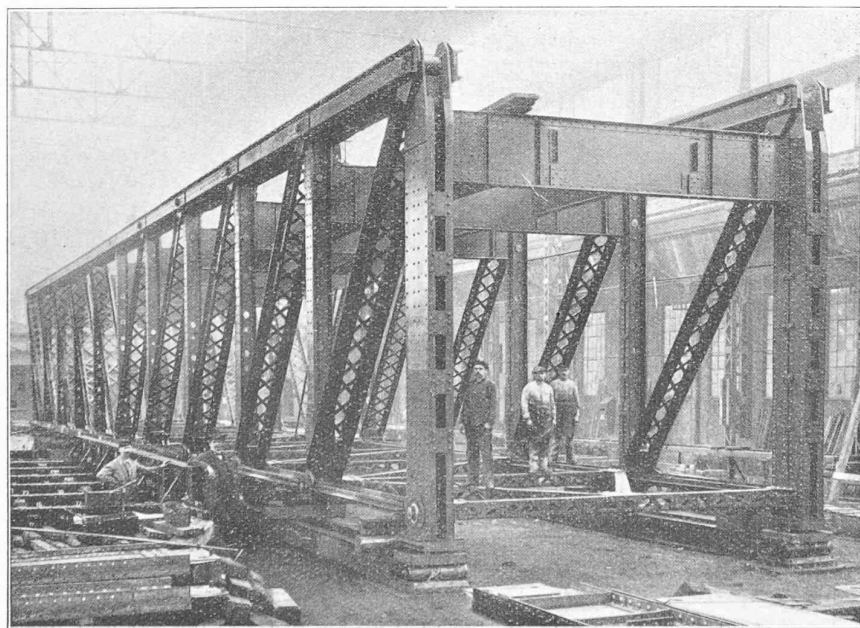


Fig. 16. — Pont système Harkort, montage d'essai en atelier, portée de 40 m (1914).

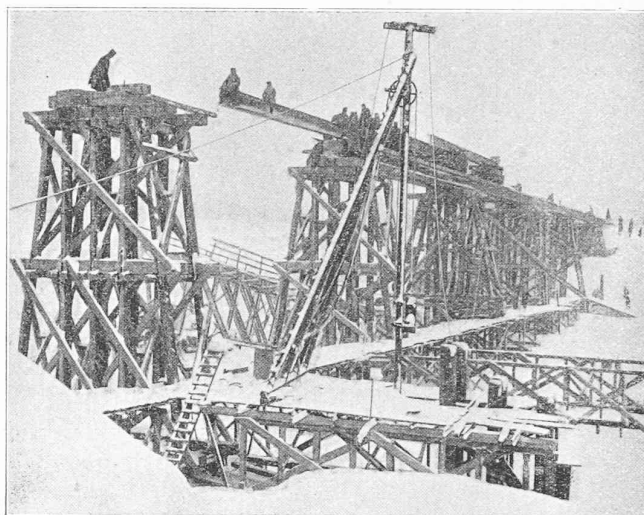


Fig. 15. — Viaduc en poutres Differdange, sur le Milcovic, ligne Buzau-Focsani, km 66,4 (hiver 1917).

fait si peu d'inventions pratiques dans ce domaine ; l'isolement dans lequel vivait la caste militaire en est sans doute la cause. Mais les Allemands n'eurent pas à souffrir de cette lacune, car les laminoirs et les ateliers de ponts, qui ont été déjà en août 1914 appelés à collaborer avec les autorités militaires, leur donnaient de bons équivalents et fournissaient à l'armée en peu de temps des ponts en fer définitifs. [Point d'assemblage à l'atelier, des outils de montage convenables, des piliers, etc.] En outre le chef des transports militaires mit à la disposition des armées des ingénieurs de ponts compétents pour organiser les travaux.

c) En Autriche, outre les ponts normalisés, consistant en poutrelles laminées et piles en bois, on possédait depuis plusieurs années le système Kohn, inventé en 1887 et réalisé en 1889-90 ensuite d'un concours avec les systèmes Eiffel et Bock. La priorité de cette invention, très heureuse en soi, est d'ailleurs contestée à son auteur par l'ingénieur Zschetsche. Le système, possédant 24 éléments, est utilisable aussi bien pour les ponts-routes que pour les ponts de chemins de fer et pour des piliers jusqu'à 30 m de hauteur maximum. Toutes les barres égales sont symétriques et interchangeables. Elles sont faciles à porter sauf les entretoises qui pèsent 600 kg. Pour diminuer le nombre des boulons on assemble les diagonales en forme de rhombes qui peuvent être portés par 8 hommes. Les membrures et les tabliers sont formés par des éléments simples. C'est sur échafaudages dont les montants sont distants de 6 m que le montage de ces ponts s'opère le plus simplement, cependant le montage en porte à faux et le lançage sont possibles aussi. Le lançage qui est rendu possible grâce

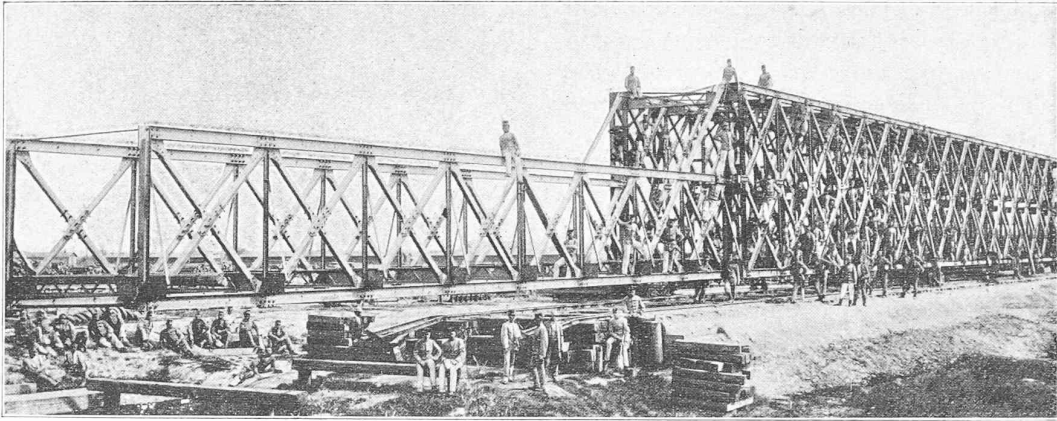


Fig. 17. — Pont système Kohn, montage d'essai militaire, pont de 45 m, avec avant-lee du même système prêt pour le lançage.

aux membrures en fer  $\square$  a été en général abandonné à cause du danger qu'il présente. Par contre le montage s'est fait souvent sur des ponts qu'on avait fait sauter. Les ponts qui sont dans une courbe doivent nécessairement être montés sur des échafaudages parce qu'il n'est pas possible de tourner une ouverture montée en porte à faux.

Le système s'applique à une ou deux parois et à un ou à deux étages avec tablier en haut ou en bas. L'assemblage s'effectue à l'aide de grues légères, qui roulent sur les membrures supérieures (3,5 m de volée) et de plates-formes suspendues des deux côtés pour les ponts à deux étages. Le tablier peut être placé non seulement en haut ou en bas, mais aussi à des endroits intermédiaires. En outre on peut construire des ponts droits et biais et donner aux portées une gradation de 1,5 m. Ci-après quelques indications sur ce système.

*Portée 30 m* : Hauteur des poutres = 3 m ; nombre des parois = 4 ; poids = 56 t ou 1,94 t/m.

*Portée 45 m* : Hauteur des poutres = 6 m ; nombre des parois = 4 ; poids = 120 t ou 2,70 t/m.

Le montage d'une ouverture de 30 m de portée demande 24 heures et 15 hommes pour le montage en porte à faux proprement dit. Le rivetage après coup est toujours possible. Les écrous ont une hauteur double de celle des écrous ordinaires, ce qui empêche les clefs à vis de glisser et a pour effet que les écrous lâchent moins facilement. A notre avis, ce système est très bien étudié ; la fig. 17 en montre quelques détails ultérieurs. Les pièces ne sont ni trop longues ni trop lourdes et peuvent être transportées sans perte de temps sur des wagons quelconques. Les autres avantages du système sont : nombre relativement petit d'éléments, assemblage très simple et utilisation même avec des hommes peu instruits. Le système a fait ainsi ses preuves pendant la guerre.

On l'a du reste un peu amélioré pour qu'il offre plus de sécurité contre le flambage des membrures supérieures et des diagonales. Aussi on n'a plus employé que de l'acier Siemens-Martin. Dans les six panneaux moyens des membrures supérieures on a mis un treillis et dans

les montants des plats de liaison. La répartition des efforts tranchants est bonne ; le fait que les diagonales sont excentriques et que les entretoises sont entaillées à leurs extrémités paraît critiquable car il en résulte une augmentation de la charge des poutres intérieures.

Au commencement de la guerre les Autrichiens adoptèrent encore le système *Zelisko-Roth-Wagner*, qui a permis d'établir les plus grands ponts de guerre. Primitivement il n'était destiné qu'à des portées de 45 à 110 m et à des piles ayant jusqu'à 60 m de hauteur. On l'emploie pour les ponts de chemins de fer et les ponts-routes. Dans sa forme définitive il se compose d'un nombre assez élevé d'éléments, 150 à peu près. En tout cas il faut reconnaître que le système suffit à toutes les exigences constructives. Les barres et les attaches sont centrées. Comme métal on utilisait l'acier Thomas et l'acier Siemens-Martin. Les ponts peuvent être construits à un ou à deux étages (hauteur 4 m et 8 m environ), ainsi qu'à 2, 4 ou 6 parois, avec tablier en haut, en bas, ou à des cotes intermédiaires.

Hauteur de la poutre	4,28 m		8,28 m		La charge lourde correspond à 2 locomotives de 120 t chacune, avec tender.
	4	6 »	4	6 »	
Nombre des parois . . . . .	4	6 »	4	6 »	
Portées p <sup>r</sup> locomotives lourdes	45 m	90 m	78 m	90 m	
» » » légères	51 »	96 »	84 »	96 »	

En forme de poutres continues ce système permet de construire encore de plus grandes travées jusqu'à 110 m au maximum. L'adaptation à une portée donnée est parfaite et quant au biais également. Les éléments peuvent être portés à bras et véhiculés sur route par des chars. Leur plus grande longueur est de 6,5 m. Le montage se fait sur échafaudage en porte à faux, d'un ou de deux côtés, en utilisant deux grues pivotantes avec des volées de 6,5 m, qui suffisent pour le montage de deux panneaux de 6 m. On corrige les différences de hauteur entre les porte à faux en levant ou en abaissant les travées formant le contrepoids.

Les moyens d'assemblage consistent en boulons de 35 mm de diamètre ; de plus il existe des boulons auxiliaires de 20 mm de diamètre. Les vis sont restées intactes

après plusieurs années d'usage ; des expériences ont démontré que le remplacement des boulons par des rivets est possible. On a choisi des membrures à simple T, bien qu'elles n'offrent pas une très grande résistance à la flexion, parce qu'on a renoncé au lançage, opération qui est toujours délicate. Le montage du plus grand pont, à



→ Fig. 18a. — Pont système Zelisko-Roth-Waagner, à 4 parois. Montage du pont provisoire près de Buchs (territoire de Lichtenstein).

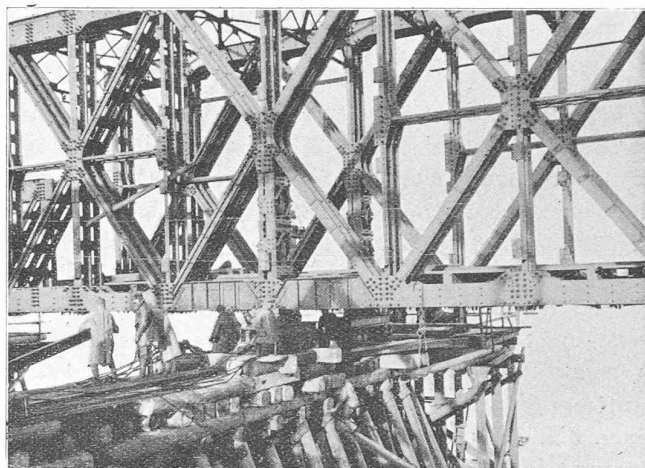
6 parois et 2 étages, avance de 1 m par heure. Les poids sont les suivants :

Portée	Nombre de parois	Nombre d'étages	Poids total	Poids par m
45,0 m	4	1	140 t	3,1 t/m
61,5 »	4	2	247 »	4,0 »
78,0 »	6	2	442 »	5,7 »
90,0 »	6	2	564 »	5,7 »

Durant la guerre mondiale les autorités militaires autrichiennes avaient commandé au moins 22 000 t de ce système.

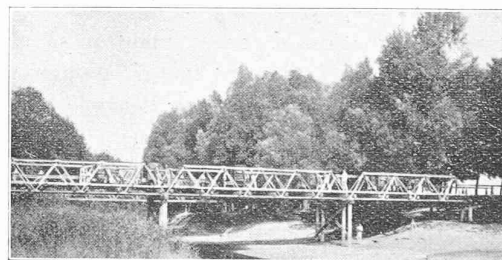
J'ajoute encore que le système Roth-Waagner fut employé la première fois sur l'Itter. Une construction métallique destinée à la double voie de la ligne Schwarzach-Wörgl n'avait pas été livrée à temps en 1914-1915 et il s'agissait de remédier à cette situation. Le montage du pont, d'une portée de 40 m et des tronçons formant contreponds fut effectué en huit jours. Les fig. 18 et 18a montrent des détails de ce système.

Dans l'armée autrichienne on fait aussi usage du



→ Fig. 18. — Pont système Zelisko-Roth-Waagner, à 6 parois. Application au pont sur la Save, près de Belgrade.

système Herbert pour des ponts-routes. Il ressemble beaucoup au système Inglis de l'armée anglaise auquel je reviendrai et fut employé pour le passage du Danube près de Sistovo. La section des poutres principales est triangulaire, sa base est formée par deux tirants et la pointe par une membrure comprimée. Les pièces sont suspendues et portent quatre rangées de longerons sur lesquelles est posé le platelage, voir fig. 19. (A suivre.)



→ Fig. 19. — Pont système Herbert, montage d'essai.

## Quelques considérations sur les dérivations dites "provisoires"

par MAURICE GOLAZ, ingénieur, D<sup>r</sup> ès sciences techniques.

On désigne par *dérivation provisoire* une galerie à faible pente longitudinale destinée à détourner les eaux d'une rivière entre deux sections de son cours, afin de rendre possible l'exécution d'un barrage en fouille ouverte. Une telle galerie doit pouvoir évacuer tout débit instantané  $Q$  de la rivière jusqu'à concurrence d'un débit limite  $Q_1$  au-dessus duquel on admet que la fouille est submergée par les eaux dépassant la crête des batardeaux amont et aval.

Cette éventualité qui conduit à de sérieux inconvénients pour l'entreprise (arrêt du travail, épuisements, etc.) est encore parfois moins onéreuse que le percement