

# Béton armé: encore quelques faits nouveaux

Autor(en): **E.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **29 (1903)**

Heft 15

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23499>

## **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 de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef: M. P. HOFFET, professeur à l'École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE : Béton armé. Encore quelques faits nouveaux. II. Note sur les ponts sous rails en béton armé construits dès 1894 par la Compagnie des chemins de fer Jura-Simplon. — 43<sup>e</sup> Assemblée annuelle des Gaziers et Hydrauliciens allemands et suisses, à Zurich (suite et fin), par M. Louis Chavannes, ingénieur, à Lausanne. — L'arc élastique sans articulation, par M. C. Guidi, professeur, à Turin. — Divers : Tunnel du Simplon. Etat des travaux au mois de juillet 1903. — Bibliographie. — Société suisse des propriétaires de chaudières. 34<sup>e</sup> rapport annuel, 1902. — Concours pour une enveloppe protectrice contre la projection des éclats, au cas de rupture de meules. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

## BÉTON ARMÉ

### Encore quelques faits nouveaux<sup>1</sup>

#### II. Note sur les ponts sous rails en béton armé

construits dès 1894 par la Compagnie des chemins de fer JURA-SIMPLON<sup>2</sup>.

Il y a dix ans qu'eurent lieu à Lausanne, en présence d'un certain nombre d'ingénieurs, les premières épreuves de charge avec mesure des tensions, épreuves à la fois pratiques et quelque peu scientifiques, de poutres en béton armé.

Organisées par M. de Mollins, le très actif agent général des brevets Hennebique en Suisse, ces expériences laissèrent à ceux qui eurent le privilège d'y assister l'impression assez nette<sup>3</sup>, malgré quelques imperfections, qu'il devait être fort malaisé de se rendre compte par le calcul des efforts produits dans les armatures par les diverses charges; mais elles leur donnèrent surtout, à tous, une confiance étendue, et qui n'a pas été trompée jusqu'ici, dans la résistance inattendue de l'assemblage bien fait du fer et du béton.

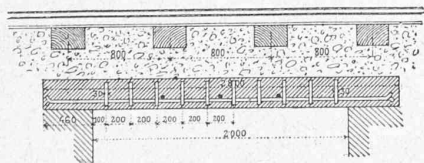


Fig. 1. — Aqueduc de Wiggen. — Coupe en long.

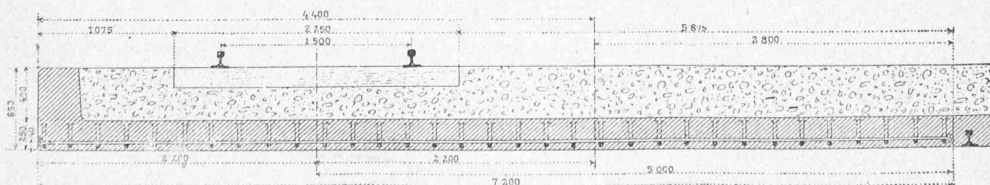


Fig. 2. — Aqueduc de Wiggen. — Coupe en travers.

<sup>1</sup> Voir N° du 10 février 1903, page 33.

<sup>2</sup> Extrait du Journal « *Beton et Eisen* », 1903, II Heft, p. 74.

<sup>3</sup> La phrase suivante, extraite d'un procès-verbal du soussigné du 9. XII. 93, reflète cette impression, confirmée d'ailleurs par les dernières expériences de M. le professeur Schüle, à Zurich :

... « On peut conclure des chiffres ci-dessus que le fer entre en action avec un certain retard et qu'inversement il ne se détend pas immédiatement lorsqu'on éloigne la surcharge... ».

C'est pour cela que la Compagnie des chemins de fer Jura-Simplon consentit à faire dès 1894 l'essai d'une dalle Hennebique sous rails, projet qui ne fut pas contrarié par le contrôle de l'Etat.

Cette dalle — essai bien timide, d'ailleurs — est représentée par nos figures 1 et 2; elle n'a que 2 m. d'ouverture et porte une voie de garage dans la station de Wiggen (chemin de fer Berne-Lucerne). La dalle se prolonge à l'amont sous les voies principales, mais elle y est supportée par des rails noyés dans le béton.

Construite avec le plus grand soin, par des ouvriers habiles et avec des matériaux de premier choix, cette dalle coûta Fr. 200 seulement, non compris, il est vrai, la fourniture du gravier et des bois du coffrage.

Essayée en 1894, puis, conformément à l'ordonnance, un an après la mise en service, elle accusa les inflexions suivantes sous des essieux de 15 tonnes :

	A gauche :	A droite :
18 octobre 1894.	. 0,15 mm.	0,15 mm.
	(aux passages lents et aux passages rapides)	
27 octobre 1895.	. 0,0	0,10.

Les procès-verbaux de ces essais ont été publiés dans le premier numéro du journal *Le Béton armé*, organe des concessionnaires Hennebique.

Un second essai, un peu plus hardi, tant comme portée que parce qu'il fut fait sous des voies principales et sur un chemin public, fut tenté en 1897 à St-Maurice (ligne du Simplon).

Ce passage inférieur biais est aussi une dalle; il mesure 2<sup>m</sup>,63 d'ouverture droite (3<sup>m</sup>,50 selon le biais) et porte deux voies avec une diagonale; un pont métallique étudié tout d'abord comportait des assemblages compliqués et gênants; facile à inspecter par-dessous, la dalle n'a rien laissé

à désirer depuis 5 ans ni comme résistance, ni comme étanchéité (voir fig. 3, 4 et 5).

Les flèches accusées par le procès-verbal des essais du 6 novembre 1897 ont été de 0,2 mm., à droite et à gauche.

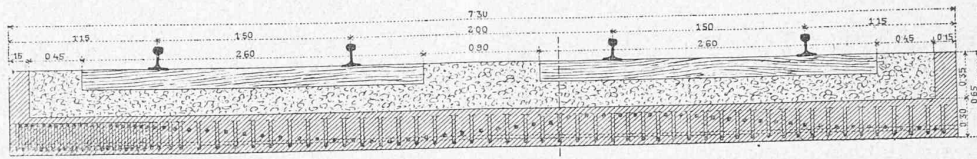


Fig. 3. — Passage inférieur de l'Abbaye, à St-Maurice. — Coupe en long.

La dalle proprement dite à coûté Fr. 2000, c'est-à-dire Fr. 78 par m<sup>2</sup> couvert.

Un autre passage inférieur plus important, celui du Creux-Dumas, à Rolle (ligne Lausanne - Genève), a été construit en 1897 par la Compagnie Jura-Simplon ; c'était un cas particulier, assez fréquent croyons-nous ; un petit pont métallique, d'ailleurs insuffisant, reliait deux culées, adossées chacune à un remblai élevé ; fort bien maçonnées, mais insuffisamment fondées, ces culées avaient été poussées par les remblais et s'étaient inclinées sensiblement l'une vers l'autre : une voûte en plein cintre était tout indiquée, mais on craignit que la poussée ne dépassât le but proposé ou, en d'autres termes, que les culées minces du pont métallique ne fussent pas en état de résister aux poussées de la voûte, même avec l'aide des remblais.

On vit au contraire dans un tablier massif en béton armé le moyen d'arrêter sûrement tout renversement des culées et, la hauteur étant amplement suffisante, d'établir la voie sur une couche de ballast non interrompue.

Le tablier est une dalle, mais cette dalle est supportée par 4 poutres maitresses armées chacune de 6 gros fers ronds de 38 mm. (voir fig. 6), larges nervures enve-

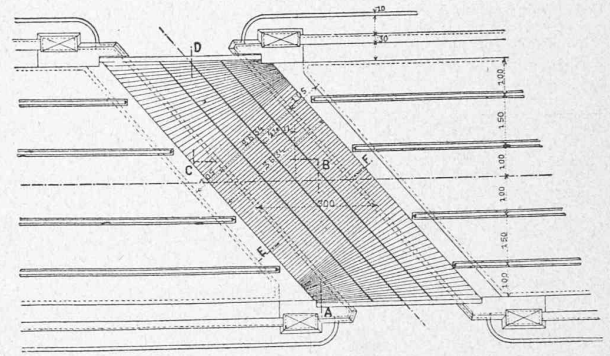


Fig. 4. — Passage inférieur de l'Abbaye, à St-Maurice. Plan.

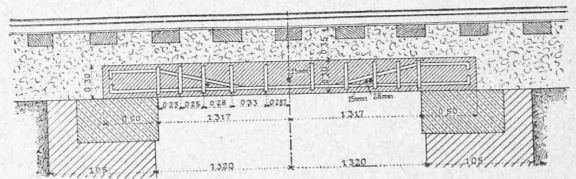


Fig. 5. — Passage inférieur de l'Abbaye, à St-Maurice. Coupe en long.

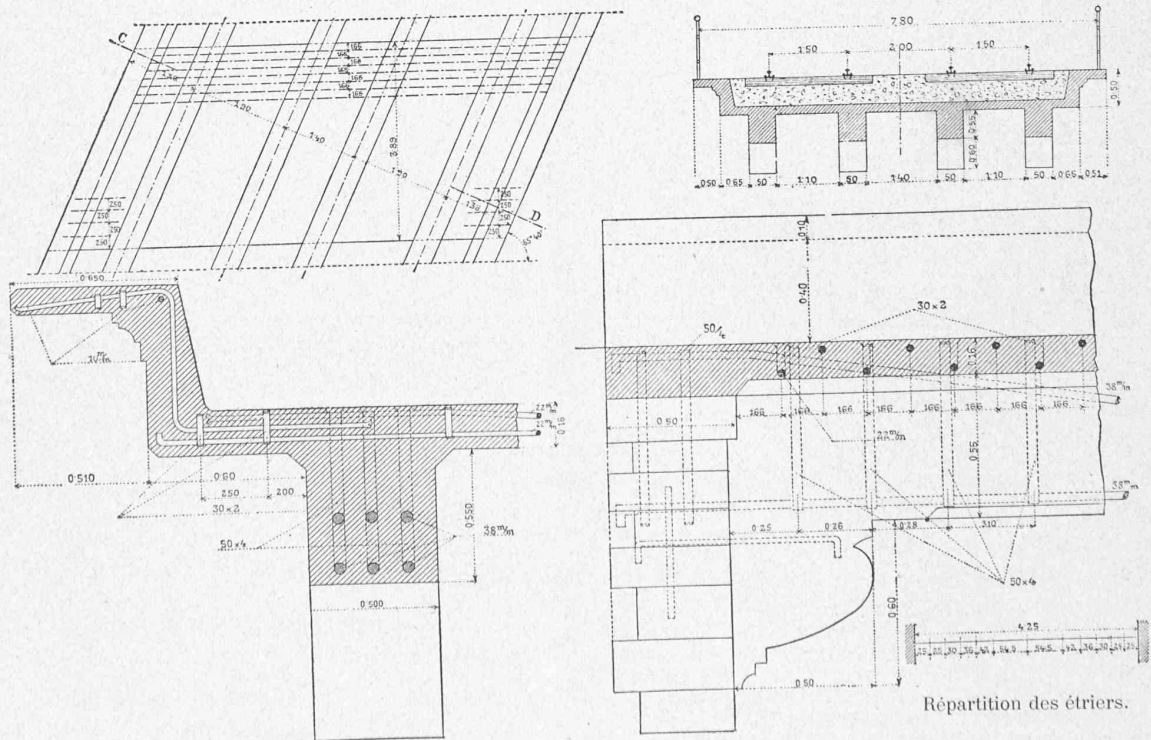


Fig. 6. — Passage inférieur du Creux-Dumas, près Rolle. — Plan, coupe en travers et détails.

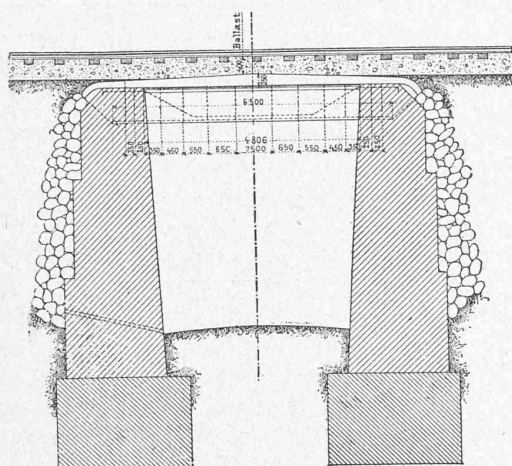


Fig. 7. — Passage inférieur de la gare de St-Imier.  
Coupe en long.

loppant ces fers d'une ample masse de béton<sup>1</sup> et reliées aux culées par des consoles; ces consoles, à peine encastées dans le parement, ne servent pas de support aux poutres, elles forment au contraire les appuis des culées contre le tablier pour empêcher un glissement des appuis et un plus grand renversement des culées; elles renforcent aussi avantageusement l'angle rentrant, où les appuis sont sujets à s'épauffrir.

Ce pont, exécuté en pleine exploitation, a été protégé de toute surcharge pendant cent jours à l'aide d'un tablier métallique placé dessus et calé sur le ballast en avant et en arrière de la dalle (la voie avait été momentanément relevée de quelques centimètres).

Comme celui de St-Maurice, il a été exécuté avec soin par M. Ferrari, concessionnaire du système Hennebique, à Lausanne; il était alors encore indiqué de recourir à cet habile spécialiste malgré des prix plutôt élevés. Le tablier à coûté Fr. 4200, soit Fr. 125 par m<sup>2</sup>.

Essayé avec beaucoup de soin et en présence de nombreux ingénieurs du dehors le 21 mars 1898, puis avec

<sup>1</sup> Le projet primitif prévoyait comme largeur des poutres 0<sup>m</sup>,25; le Contrôle officiel a exigé que ce chiffre fût porté à 0<sup>m</sup>,30.

les mêmes précautions le 12 janvier 1900, inspecté minutieusement dès lors à plusieurs reprises, ce petit pont n'a donné lieu qu'à une seule retouche insignifiante: un montant du garde-corps, scellé au bord de la dalle, y avait fait une petite fente; à part cela et le vernissage du garde-corps, il n'y a eu ni plaintes, ni frais d'entretien. Les inflexions maxima, mesurées à l'aide d'enregistreurs Rabut, ont été en 1898 de 0,13 mm. et en 1900 de 0,10 mm.

Cet essai concluant donna pour ainsi dire droit de cité au béton armé, non seulement à la Compagnie J.-S., mais encore aux yeux du Contrôle fédéral des chemins de fer, et les applications devinrent plus nombreuses.

La plus importante fut le passage inférieur de St-Imier, construit en 1900 avec 4<sup>m</sup>,80 de portée (voir fig. 7 et 8); il a onze poutres principales du système Hennebique et une dalle de 2<sup>m</sup>,35 de large à l'amont, où la hauteur était réduite; la dalle, d'épaisseur variable, présente cette particularité que la voie y repose presque immédiatement sur le béton; le ballast est remplacé par une couche de sable de 5 cm. d'épaisseur.

Ce passage inférieur a coûté Fr. 8930, soit Fr. 90 par m<sup>2</sup>, supports des coffrages non compris.

Les essais ont aussi donné de bons résultats, le procès-verbal du 21 novembre 1900 indiquait comme inflexions maxima:

	Poutres (Maximum).	Dalle.
21 novembre 1900,	0,06 mm. passage lent	0,08 mm.
21 » 1900,	0,07 » » rapide	0,075 »

Les prix élevés du béton Hennebique, dont les concessionnaires ne valent pas tous feu Ferrari, et les progrès réalisés par certains concurrents sur ces entrefaites, engagèrent la Compagnie J.-S. à essayer aussi d'autres systèmes et c'est ainsi que, depuis 1900, elle a construit les tabliers suivants de divers systèmes et s'apprête à en faire d'autres, y compris des tunnels à voyageurs dans les gares, lorsque la portée n'excède pas 4 m. et que la hauteur le permet.

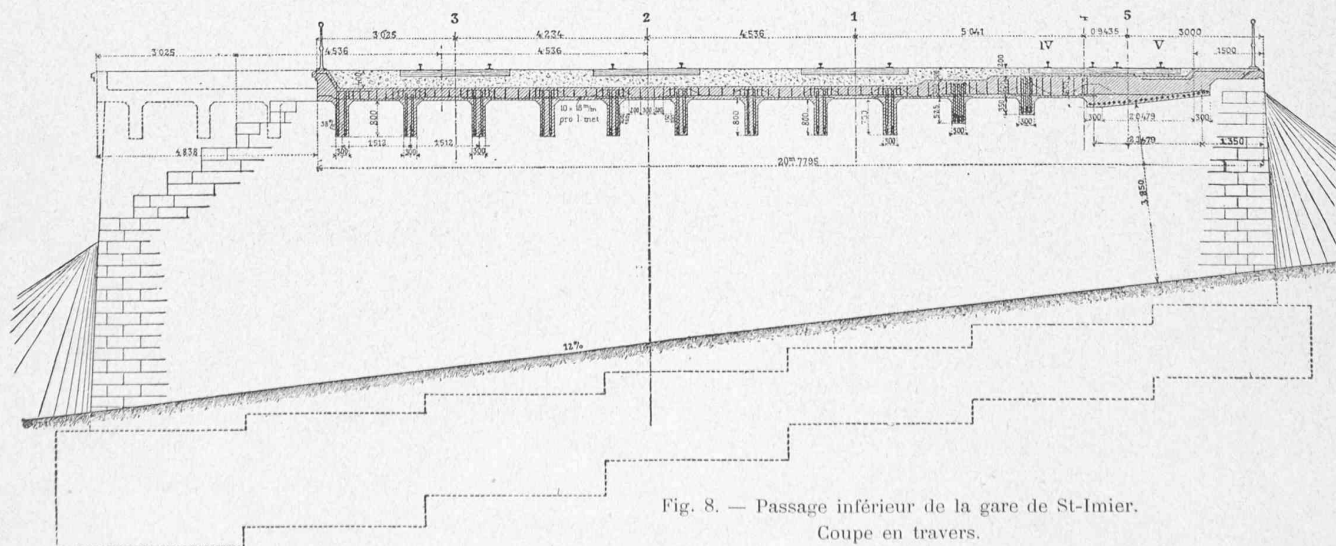


Fig. 8. — Passage inférieur de la gare de St-Imier.  
Coupe en travers.

Année	O U V R A G E	Voir fig.	L I G N E	Ouverture	S Y S T È M E	Prix par m <sup>2</sup> , environ
1900 1901	Passage inférieur de Grossried.	9	Berne-Fribourg	3 <sup>m</sup> ,65	Möller.	96 francs <sup>1</sup> .
1901	Pontceau sur la Raisse.	10	Lausanne-Neuchâtel	4 <sup>m</sup> ,40	Möller.	61 francs <sup>1</sup> .
1901	Passage infér. de Vauderens.	11 et 12	Lausanne-Fribourg	3 <sup>m</sup> ,70	Hennebique.	120 francs <sup>1</sup> .
1902	Passages inf. d'Aigle et Yvorne.	13 et 14	Lausanne-Simplon	3 <sup>m</sup> ,70	de Vallière.	72 francs <sup>1</sup> .

<sup>1</sup> Tous faux-frais compris.

Tous ces ouvrages ont été calculés pour la machine type de l'ordonnance suisse sur les ponts (4 essieux de 15 t. avec majoration de 2 (15 - l)%, l étant la portée).

Les calculs ont été faits selon le procédé Hennebique, et vérifiés dès 1897 par la méthode Ritter (compression 30 kilogrammes par cm<sup>2</sup> de béton).

Les avantages de ces pontceaux sont évidents, surtout comme passages inférieurs : étanchéité, masse et défaut de sonorité au moins comme pour les ponts en maçonnerie, déformations insignifiantes et déplacements nuls, possibilité de ballaster et, dans les gares, de déplacer les voies à volonté, enfin frais d'entretien à peu près nuls si les expériences faites jusqu'à présent se confirment, et c'est probable.

Ce sont là tous les avantages des ponts en maçonnerie avec, de plus, l'absence de poussée horizontale.

En revanche, et c'est ici ce qui empêchera, pensons-nous, le béton armé de gagner au-delà des petites portées de 5 à 6 m. tout au plus, en revanche le prix s'élève rapidement avec l'ouverture de l'ouvrage, et l'épaisseur du tablier devient si encombrante que les applications ration-

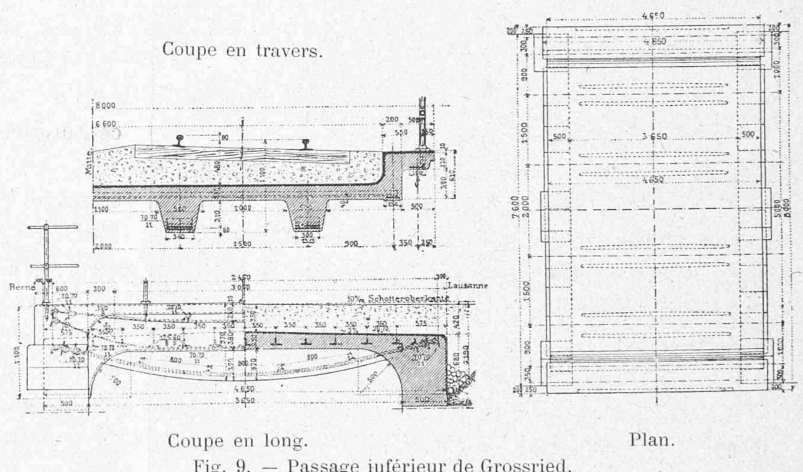


Fig. 9. — Passage inférieur de Grossried.

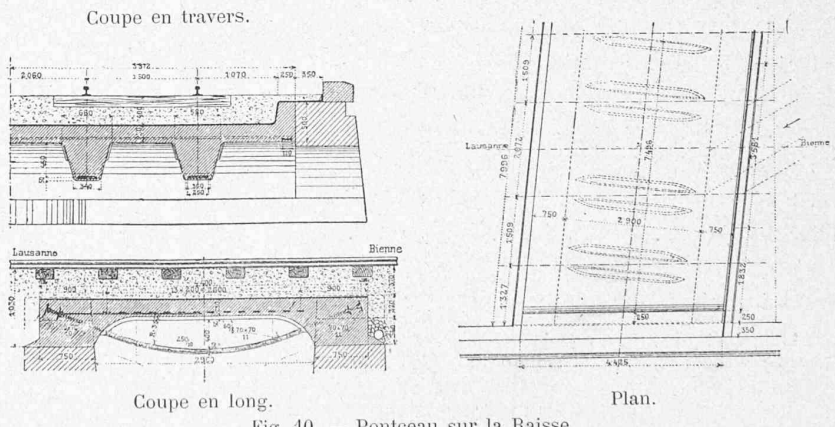


Fig. 10. — Pontceau sur la Raisse.

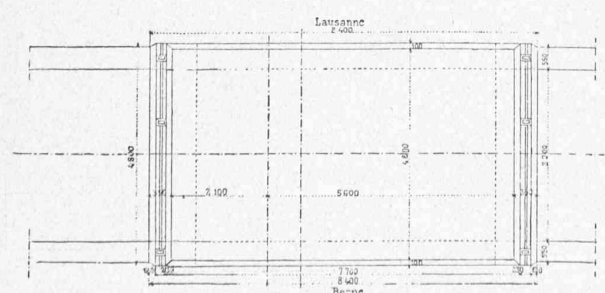


Fig. 11. — Plan.

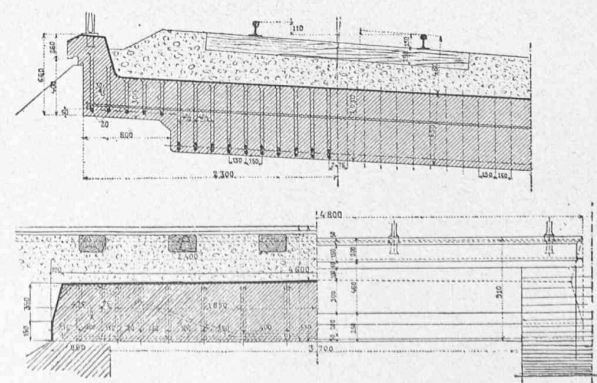


Fig. 12. — Coupes en travers et en long.

Passage inférieur de Vauderens.

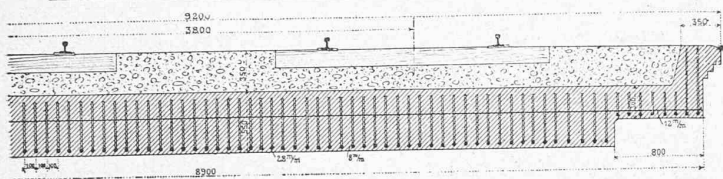
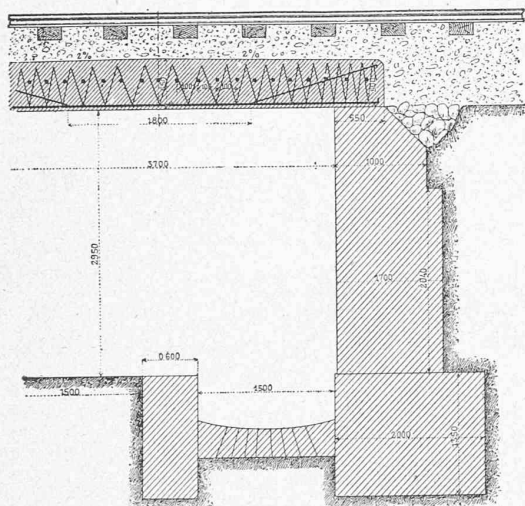


Fig. 13. — Coupe en travers.

Fig. 14. — Coupe en long.  
Passages inférieurs d'Aigle et d'Yverne.

nelles ne sont plus possibles si l'on ne dispose pas de 0<sup>m</sup>,60 de hauteur au moins, du dessous des poutres au dessous du rail.

C'est pourquoi les expériences faites jusqu'ici autorisent à dire que de grands ponts de chemins de fer, sans poussée, en béton armé ne paraissent pas destinés à un brillant avenir, même si l'on fait abstraction des déformations importantes des grandes ouvertures, et des fissures que le durcissement à l'air provoque dans les solides en béton de grandes dimensions.

Berne, janvier 1903.

(A suivre).  
E.

### 43<sup>e</sup> Assemblée annuelle des Gaziers et Hydrauliciens allemands et suisses, à Zurich.

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

Le Congrès écoute ensuite avec intérêt un travail de M. le Dr Erlwein, chef chimiste de la maison Siemens et Halske, de Berlin, sur l'épuration des eaux par l'ozone.

Le conférencier donne une description des installations existant en Allemagne, à Paderborn et à Wiesbaden, en indiquant les dispositifs automatiques imaginés pour arrêter l'écoulement des eaux à épurer aussitôt qu'il se produit une perturbation quelconque dans le fonctionnement normal.

<sup>1</sup> Voir N<sup>o</sup> du 25 juillet 1903, page 197.

L'ozone qui est, comme on le sait, une modification allotropique de l'oxygène, sous l'influence d'effluves électriques produites par des courants à haute tension, est obtenu dans des batteries d'ozonificateurs au travers desquels un courant d'air, aussi sec que possible, est refoulé par un ventilateur.

Ce courant chargé d'ozone se divise ensuite dans une série de chambres où il circule en sens inverse de l'eau à épurer qui tombe en pluie fine.

D'après les résultats obtenus depuis nombre d'années dans les usines d'essai et même avec des eaux très contaminées, ce contact avec l'ozone cause la mort instantanée de tous les microbes pathogènes contenus dans l'eau.

On a déterminé, en outre, par ces essais, qu'il est nécessaire d'employer, suivant la contamination de l'eau, de 1,2 à 2 grammes au maximum d'ozone par mètre cube d'eau, soit un mètre cube d'air environ par mètre cube d'eau à stériliser, puisque 1 m<sup>3</sup> d'air donne de 1,8 à 2 grammes d'ozone.

Enfin, il a été constaté que l'ozone ne donne pas de goût à l'eau et que la stérilisation a été complète même avec les eaux très riches en microbes de la Sprée à Berlin.

Toutefois, si l'eau contient du fer, comme c'est assez fréquemment le cas pour l'eau des nappes souterraines utilisée pour l'alimentation dans nombre de villes en Allemagne, les composés du fer restent en suspension dans l'eau et lui donnent une coloration qui nécessiterait un filtrage.

C'est à la suite de cet inconvénient que l'usine d'ozonification de Wiesbaden n'est plus utilisée actuellement.

Cette question de la stérilisation par l'ozone présente néanmoins un grand intérêt au point de vue de l'alimentation en eau potable, car elle peut avoir des applications précieuses dans certains cas spéciaux, sans cependant être appelée, semble-t-il, comme on l'avait cru au début, à remplacer les grandes installations de filtres.

L'ozonification a cependant la supériorité de tuer tous les microbes pathogènes, tandis que la filtration en réduit seulement le nombre.

Le coût de la stérilisation par l'ozone varie, d'après M. Erlwein, entre 1 et 2 centimes par mètre cube d'eau.

Après une discussion nourrie sur cette question, M. R. Meyer, directeur des usines de Louis de Roll, à Gerlafingen, présente une communication sur les conduites d'eau à haute pression en tuyaux de fonte à emboîtement et sur les appareils spéciaux à ces conduites. Il expose qu'ensuite du développement pris en Suisse par les installations hydrauliques à haute chute pour la force motrice et par celles de refoulement des eaux potables ou industrielles à des hauteurs qui ont atteint déjà 600 m., les usines de la Société Louis de Roll ont étudié et appliqué depuis vingt ans des types de tuyaux spéciaux pour satisfaire aux nouvelles exigences.