

Pont en béton armé sur l'Aar, à Olten

Autor(en): **Froté, E.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **40 (1914)**

Heft 22

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30870>

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

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : D^r H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : Pont en béton armé sur l'Aar, à Olten, par E. Froté, Ingénieur-Conseil, à Zurich. — Corrections de rivières et endiguements de torrents en Suisse. — Compte-Rendu du II^{me} Congrès international des Ingénieurs-Conseils, à Berne (suite et fin). — Une maison lausannoise, (Planche N° 11). — Protestation. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes : service de placement.

Pont en béton armé sur l'Aar, à Olten.

par E. FROTÉ, Ingénieur-Conseil, à Zurich.

Généralités. C'est le 9 avril 1914 que les Autorités du canton de Soleure ont inauguré le nouveau pont sur l'Aar, à Olten, construit en béton armé. Cet ouvrage est remarquable par la grande ouverture de son arche principale surbaissée à seulement $\frac{1}{8,8}$. La portée théorique étant en effet de 82 mètres et la flèche théorique de 9,27 mètres seulement, ce pont est actuellement un des plus importants ouvrages de ce genre en Suisse.

Depuis longtemps le besoin d'établir une communication directe entre les deux rives de l'Aar se faisait sentir. On décida d'établir ce pont environ 800 mètres en aval du pont en fer actuel reliant la gare à la ville d'Olten. Sur la rive droite se trouvent la gare, les ateliers de construction des chemins de fer fédéraux et quelques fabriques, tandis que sur la rive gauche ont été construits des quartiers ouvriers (fig. 1), touchant à la ville d'Olten, mais se trouvant déjà sur le territoire de la commune de Trimbach. La plaine située entre ces quartiers et la nouvelle voie d'accès des Chemins de fer fédéraux au tunnel de base du Hauenstein, actuellement en construction, est maintenant l'emplacement le plus favorable pour le développement industriel de la ville d'Olten, puisqu'elle se trouve à présent, grâce au nouveau pont, à proximité immédiate de la gare. Cette gare étant le centre des grandes lignes suisses et internationales qui traversent la Suisse du nord au sud et de l'ouest à l'est, favorise ce développement. Cette plaine de Trimbach directement reliée avec cette gare, soit par la nouvelle voie ferrée du Hauenstein, soit par le nouveau pont, d'une part, et la grande usine hydro-électrique de 45 000 HP de Nieder-Gösgen, actuellement en construction sur l'Aar en aval du pont, étant susceptible de livrer la force motrice à bon marché, d'autre part, des établissements industriels pourront s'y créer avantageusement.

Il était donc de toute nécessité d'établir un nouveau pont. Le bac qui jusqu'à l'ouverture du pont transportait le matin, à midi et le soir une grande quantité d'ouvriers

ne correspondait plus aux exigences d'une ville; les marchandises, les voitures, etc. étaient obligées de faire un détour par la ville d'Olten.

C'est avec le concours des communes d'Olten et de Trimbach, des Chemins de fer fédéraux et de quelques particuliers que le Gouvernement du canton de Soleure décida l'établissement de ce pont.

L'exécution du projet, ainsi que la construction du pont, furent confiées par le dit Gouvernement à M. E. Froté, ingénieur à Zurich, qui avait déjà exécuté plusieurs grands ouvrages en béton armé: le grand viaduc sur la Sitter au Gmündentobel pour le Gouvernement cantonal d'Appenzell, viaduc d'une longueur totale de 172 mètres avec une arche principale de 79 mètres d'ouverture, surbaissée à $\frac{1}{3}$ et dont la clef surplombe de 66 mètres le lit de la rivière; le pont sur l'Albula près de Sils pour la ville de Zurich; le pont de chemin de fer sur le Rhône à Chippis,

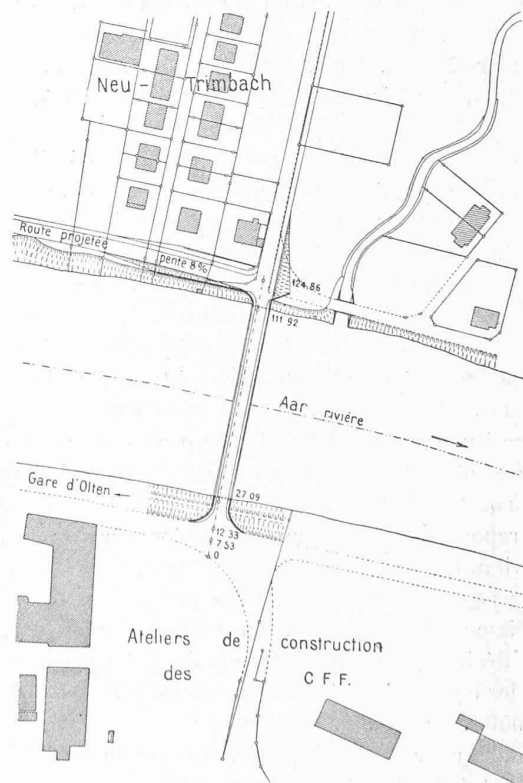


Fig. 1. — Plan de situation. — 1 : 300.

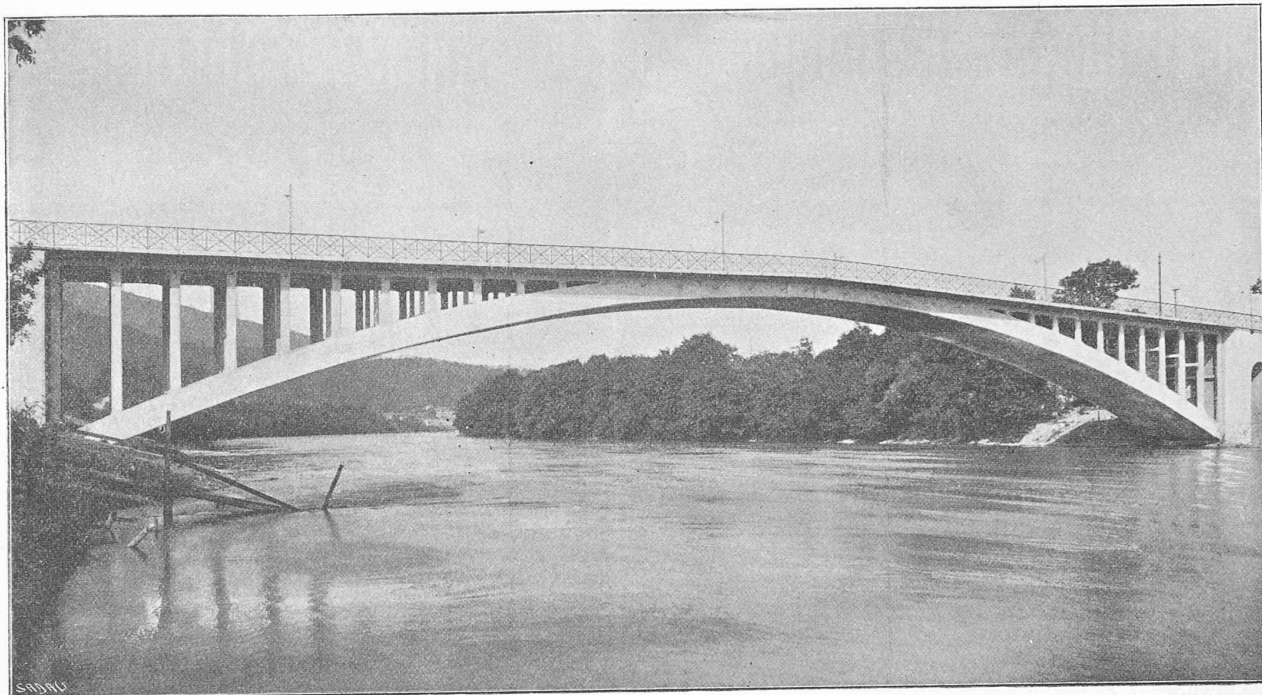


Fig. 2. — Vue générale du pont.

dans le Valais, ayant une ouverture de 60 mètres, pour la Société d'aluminium de Neuhausen, etc.

Le nouveau pont en béton armé d'Oltén se trouve donc en face des ateliers des Chemins de fer fédéraux, à un endroit où les rives de l'Aar sont corrigées et protégées contre les hautes eaux, et où le refoulement des eaux de l'Aar par le barrage de la grande usine hydro-électrique de Nieder-Gösgen, actuellement en construction, se fera sentir. Vu ces circonstances, le gouvernement préféra ne pas rétrécir la section du fleuve par la construction de piliers dans le lit, et laisser un écoulement complètement libre aux eaux de l'Aar. Le fleuve devait ainsi être franchi en une seule travée. Quoique la hauteur de construction fut restreinte et qu'il fût certain que les culées ne pourraient pas être fondées sur du roc, l'auteur proposa cependant la construction d'un pont en béton armé avec une arche de 82 m. de portée ; ce projet s'harmonisait tout particulièrement avec les environs pittoresques de la ville d'Oltén et fut accepté par le Gouvernement.

Une étude approfondie fut faite par l'auteur et les travaux exécutés d'après celle-ci. Des craintes de divers côtés sur la construction d'une seule arche avec si peu d'élévation, reposant sur des culées placées sur des terrains d'alluvion, ne se justifièrent absolument pas, vu les précautions spéciales qui avaient été prévues et prises pour l'établissement des culées. La meilleure preuve en est qu'au décintrage et après les essais de chargement du pont, les culées n'ont pas bougé, même pas des quelques millimètres admis dans les calculs.

La longueur totale du pont, soit du tablier en béton armé, est de 97,20 mètres ; l'Aar est franchie moyennant une grande arche de 82 mètres de portée et le chemin qui

longe l'Aar sur la rive droite moyennant une voûte de 5 mètres d'ouverture.

La largeur du tablier est de 8 mètres, dont 5 mètres sont réservés au milieu pour la chaussée et 1,5 mètre de chaque côté pour les trottoirs. Le niveau du pont était donné par la hauteur de la route qui longe l'Aar sur la rive droite, (399,45 m¹ s. m¹) ainsi que par celle de la route du quartier de Trimbach aboutissant au pont. La chaussée du pont prévoyait une rampe d'env. 3% de chaque côté du pont, arrondies au sommet, afin d'obtenir un bon écoulement des eaux et une aussi grande flèche que possible. En prenant en considération les hauteurs nécessaires pour les constructions il restait ainsi comme hauteur de flèche théorique 9,27 mètres. Cette hauteur est aussi suffisante pour le passage de bateaux, si toutefois la navigation du Rhin au Rhône devait une fois se réaliser.

Le pont est calculé pour pouvoir supporter un char de 12 tonnes et une surcharge de 350 kilogrammes par mètre carré pour la chaussée et une surcharge de 500 kilogrammes par mètre carré pour les trottoirs.

Le projet prévoyait en résumé une arche sur laquelle reposaient des murettes transversales prolongées en dehors de la voûte en consoles, les premières soutenant le tablier et la chaussée et les dernières les trottoirs. Le calcul exact de la voûte (fig. 3) a été fait avec ces dispositions. Au cours des travaux, étant donné quelques couches de sable trouvées dans les fondations, il a été prudent de réduire autant que possible les pressions de l'arche, ce qui pouvait se faire en réduisant le poids mort. Cette réduction, quoique non appréciable, consistait à remplacer les murettes par de simples colonnes reliées en haut par des sommiers longitudinaux qui eux supportaient le tablier de la chaus-



PERSPECTIVE DE « PIERRENEUVE », IMMEUBLE DE MM. MANUEL FRÈRES, A LAUSANNE

Architectes : MM. Chessex et Chamorel, à Lausanne.

Seite / page

leer / vide /
blank

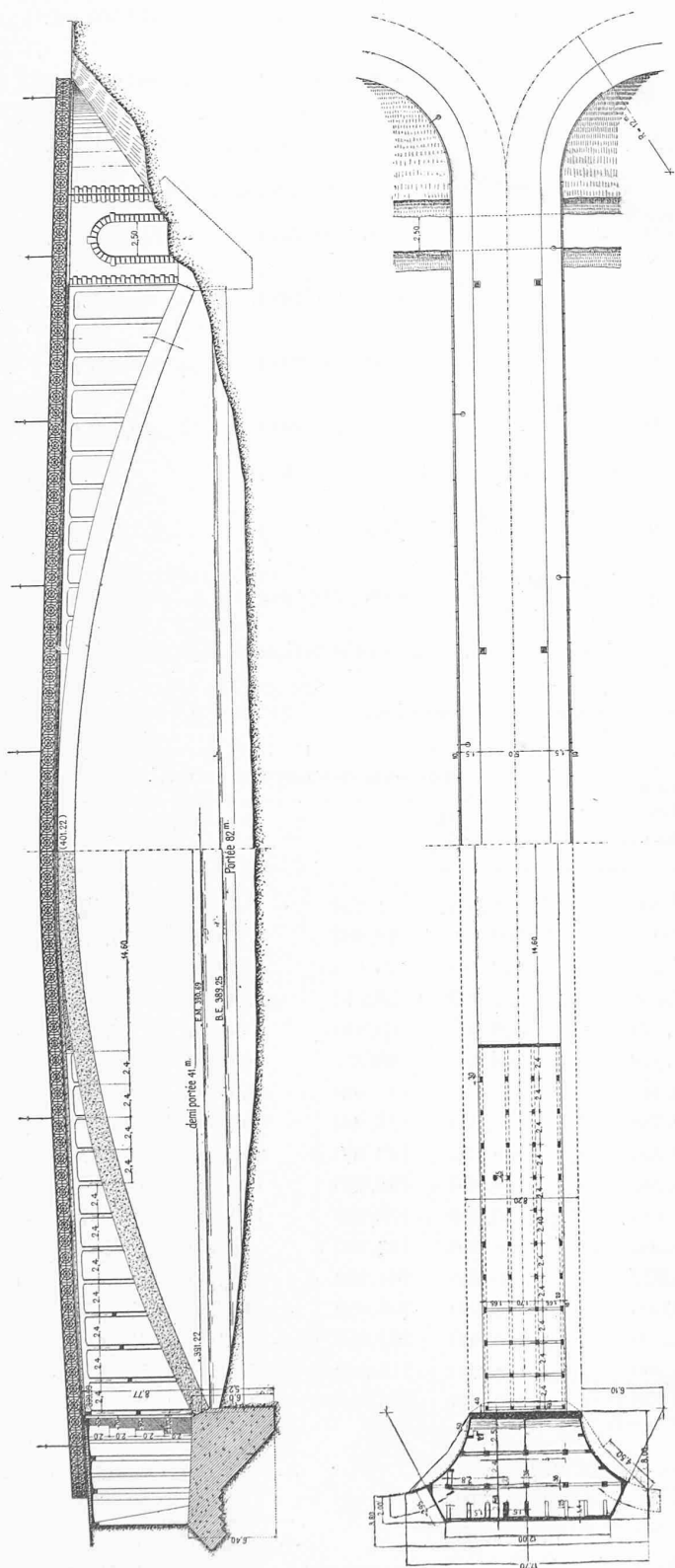


Fig. 5. — Elevation, plan et coupes. — Echelle 1 : 500.

Voussoir			Poids
Clef.	jusqu'à	0	83,030 ts.
0	à	1	54,900
1	»	2	56,510
2	»	3	60,696
3	»	4	65,922
4	»	5	68,505
5	»	6	67,155
6	»	7	68,237
7	»	8	69,956
8	»	9	69,338
9	»	10	68,442
10	»	11	67,918
11	»	12	67,543
12	»	13	67,788
13	»	14	67,552
14	»	15	67,467
15	»	naissance	22,400
Clef	naissance		$\sum_0^n P = 1093,359$

Le tableau ci-après indique les moments des poids des voussoirs depuis la clef par rapport à chaque section. En divisant le moment se rapportant à la naissance par la flèche de l'arche, on obtient la poussée horizontale H ; en divisant les moments des différentes sections par cette poussée, il en résulte les ordonnées y de la courbe de pression par rapport à la tangente horizontale à la clef. Les ordonnées y , ainsi que les abscisses x depuis la clef sont aussi consignées dans le tableau.

Coupe	Moment en mt.	y	x
clef S	0,00	0,000 m ¹	0,00 m ¹
0	157,75	0,067	3,80
I	422,90	0,180	6,20
II	821,74	0,350	8,60
III	1 367,50	0,582	11,00
IV	2 058,93	0,877	13,40
V	2 911,68	1,241	15,80
VI	3 927,22	1,673	18,20
VII	5 105,22	2,175	20,60
VIII	6 449,06	2,748	23,00
IX	7 962,05	3,393	25,40
X	9 640,38	4,108	27,80
XI	11 480,40	4,892	30,20
XII	13 483,03	5,745	32,60
XIII	15 648,06	6,667	35,00
XIV	17 975,50	7,660	37,40
XV	20 464,98	8,721	39,80
naissance N	21 763,64	9,270	41,00

L'effort horizontal provenant du poids mort

$$H = \frac{21\,763,64}{9,27} = 2346 \text{ ts.}$$

La réaction du poids mort atteint à la naissance de la voûte 2585 ts. ou 33 kg. par cm².

La poussée horizontale provenant de la surcharge totale du pont est de 254 ts.

La poussée totale, agissant à la clef, est ainsi de 2346 + 254 = 2600 ts. ou 35,0 kilogrammes par centimètre carré.

La réaction du poids mort et de la surcharge entière à la naissance est d'après le graphique 2865 ts. ou 35,8 kilogrammes par centimètre carré. Les efforts maxima et minima dans les sections *a-a*, *b-b*, *c-c*, *d-d*, indiquées dans la fig. 3 ont été déterminés moyennant les lignes d'influence et les moments statiques des résultantes par rapport aux points des noyaux antipôles de l'arrête d'intrados ou d'extrados, dont les graphiques se trouvent dans la même figure.

Le tableau ci-après donne les moments des noyaux *Mk* calculés au moyen des lignes d'influence pour la section *a-a*.

La section *a-a* a une surface de $f = 85\,200 + 15 \times 188\,52 = 88\,027\text{ cm}^2$, un moment d'inertie de $J = 143\,936\,377\text{ cm}^4$ et un moment de résistance de $W = 2\,027\,272\text{ cm}^3$.

Pour la surcharge complète de 350 kg./m² les moments des noyaux sont de :

$$Mk_o + \frac{28,00 \times 6,26}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = + 245,500\text{ mt.}$$

$$Mk_o - \frac{54,00 \times 4,40}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 332,500\text{ mt.}$$

$$Mk_u + \frac{30,45 \times 6,64}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = + 286,000\text{ mt.}$$

$$Mk_u - \frac{51,55 \times 3,37}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 243,000\text{ mt.}$$

pour la surcharge de la moitié gauche :

$$Mk_o + \frac{28,00 \times 6,26}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = + 245,500\text{ mt.}$$

$$Mk_o - \frac{11,00 \times 4,40}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 67,75\text{ mt.}$$

$$Mk_u + \frac{30,45 \times 6,64}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = + 286,000\text{ mt.}$$

$$Mk_u - \frac{10,55 \times 3,37}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 49,800\text{ mt.}$$

pour la surcharge de la moitié droite :

$$Mk_o - \frac{41,00 \times 4,40}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 255,100\text{ mt.}$$

$$Mk_u - \frac{41,00 \times 3,37}{2} \times 8,00 \times 0,350\text{ t.} = - 193,500\text{ mt.}$$

Le travail des fibres les plus fatiguées soit les fatigues

Calcul pour le poids mort *o* = extrados, *u* = intrados.

N°	Ordonnées				Poids des voussoirs	Moments des noyaux en mt.			
	<i>Mk_o</i>		<i>Mk_u</i>			<i>Mk_o</i>		<i>Mk_u</i>	
	+	-	+	-		+	-	+	-
16 — 16'	0,36	0,06	0,37	0,05	22,400	8,064	1,344	8,288	1,120
15 — 15'	1,52	0,28	1,60	0,20	67,467	102,540	18,880	107,947	13,490
14 — 14'	3,15	0,52	3,28	0,40	67,552	212,788	35,125	221,570	27,010
13 — 13'	4,75	0,79	4,92	0,595	67,788	321,993	50,110	333,516	40,610
12 — 12'	6,22	1,02	6,60	0,79	67,543	420,500	68,810	445,800	53,358
11 — 11'	5,42	1,30	5,89	0,98	67,918	368,000	88,275	399,990	66,550
10 — 10'	4,61	1,54	5,12	1,19	68,442	315,750	105,400	350,650	81,450
9 — 9'	3,81	1,80	4,37	1,39	69,338	264,200	124,800	303,000	96,400
8 — 8'	2,99	2,05	3,58	1,56	69,956	209,175	143,400	250,500	109,125
7 — 7'	2,18	2,32	2,82	1,77	68,237	148,800	158,250	192,500	120,750
6 — 6'	1,385	2,58	2,08	1,96	67,155	93,050	173,250	139,700	131,600
5 — 5'	0,56	2,82	1,31	2,16	68,505	38,360	193,200	89,700	148,000
4 — 4'	-0,25	3,10	0,55	2,19	65,922	- 16,485	204,200	36,550	144,355
3 — 3'	-1,07	3,44	-0,22	2,55	60,696	- 64,980	208,850	- 13,350	154,755
2 — 2'	-1,89	3,61	-0,99	2,76	56,510	-106,800	204,050	- 55,975	156,000
1 — 1'	-2,70	3,88	-1,36	2,95	54,900	-148,250	213,000	- 74,664	162,000
0 — 0'	-3,74	4,20	-2,75	3,20	83,030	-310,500	348,850	-228,250	265,750
	<i>Mk_o</i>	+ 1 856,214	<i>Mk_u</i>	+ 2 507,472		+ 2 503,229		+ 2 879,711	
		- 2 339,794		- 1 772,323		- 647,015		- 372,239	
	<i>Mk_o</i>	- 483,580	<i>Mk_u</i>	+ 735,149		+ 1 856,214		+ 2 507,472	
						- 2 339,794		- 1 772,323	

maxima et minima de la section *a-a* se calculent de la manière suivante :

1) Le poids mort produit les fatigues suivantes :

$$- Mk_o = 483,580 \text{ mt.} \quad + Mk_u = 735,149 \text{ mt.}$$

$$\sigma'_u = \frac{483\,580\,00}{2027272} = + 23,85 \text{ kg./cm}^2$$

$$\text{et } \sigma'_o = \frac{735\,149\,00}{2027272} = + 36,28 \text{ kg./cm}^2$$

2) Les charges accidentelles produisent les fatigues suivantes :

a) Surcharge totale du pont :

$$- Mk_o = 332,500 \text{ mt.} \quad - Mk_u = 243,000 \text{ mt.}$$

$$+ Mk_o = 245,500 \text{ »} \quad + Mk_u = 286,000 \text{ »}$$

$$- Mk_o = 87,000 \text{ mt.} \quad + Mk_u = 43,000 \text{ mt.}$$

$$\sigma''_u = \frac{8700000}{2027272} = + 4,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma''_o = \frac{4300000}{2027272} = + 1,88 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_u = 23,85 + 4,30 = 28,15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_o = + 36,28 + 1,88 = 38,16 \text{ kg/cm}^2$$

b) Surcharge de la moitié du pont :

$$+ Mk_o = 245,500 \text{ mt.}$$

$$- Mk_o = 67,750 \text{ »} \quad \sigma_u^g = \frac{177\,75000}{2027272} = - 8,76 \text{ kg/cm}^2$$

$$+ Mk_o = 177,750 \text{ mt.}$$

$$- Mk_o = 255,100 \text{ mt.} \quad \sigma_u^d = \frac{255\,10000}{2027272} = + 12,750 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_u \text{ max.} = + 23,85 + 12,750 = + 36,60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_u \text{ min.} = + 23,85 - 8,76 = + 15,09 \text{ kg/cm}^2$$

$$+ Mk_u = 286,000 \text{ mt.}$$

$$- Mk_u = 49,800 \text{ »} \quad \sigma_o^g + \frac{236\,20000}{2027272} = + 11,66 \text{ kg/cm}^2$$

$$+ Mk_u = + 236,200 \text{ mt.}$$

$$- Mk_u = - 193,500 \text{ mt.} \quad \sigma_o^d = - \frac{193\,50000}{2027272} = - 9,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_o \text{ max.} = + 36,28 + 11,66 = + 47,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_o \text{ min.} = + 36,28 - 9,55 = + 26,73 \text{ kg/cm}^2$$

Les fatigues ont aussi été calculées de la même façon pour les 3 autres sections *b-b*, *c-c* et *d-d*. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Il résulte de ce tableau que le travail des fibres les plus fatiguées atteint + 47,94 kg. par centimètre carré et celui de la moins fatiguée + 12,23 kg. par cm². Il n'existe par conséquent aucun effort d'extension dans l'arche.

La dite pression maxima de 47,94 kg/cm² est inférieure à la pression autorisée par les prescriptions. Il résulte en effet des calculs que l'effort maximum des fers ronds noyés dans le béton de la voûte ne se monte qu'à environ 500 kg/cm². La fatigue maxima admissible dans l'arche serait ainsi, d'après les prescriptions, de 40 + 0,05 (1000-500) = 65 kg/cm² chiffre bien supérieur à la fatigue existante. Vu les articulations, les changements de température ne produisent pas des efforts additionnels.

Quant aux fatigues provenant du vent, elles ne peuvent être envisagées que lorsque le pont n'est pas chargé. La surface soumise à l'action du vent est de 180 m², son centre de gravité est distancé de 3,90 m de la clef. La pression du vent étant de 250 kg/m², il en résulte pour le pont une force totale de 45 000 kg. ou par rapport à la surface plane de l'arche d'env. 350 kg/m². Cette pression correspond exactement à la surcharge accidentelle admise pour le calcul du pont, de sorte que les fatigues résultant de cette surcharge représentent aussi celles de la force additionnelle provenant du vent.

Les efforts tranchants qui se produisent dans l'arche sont insignifiants. Ils ont néanmoins été calculés moyennant les courbes d'influence pour les sections *a-a*, *b-b* et *c-c* indiquées sur la planche

Ces efforts obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Section	Efforts tranchants provenant du poids mort et de la surcharge	
	T_o (béton) en kg/cm ²	T_f (adhésion du fer) en kg/cm ²
<i>a-a</i>	0 313	1 11
<i>b-b</i>	0 150	0 53
<i>c-c</i>	0 065	0 02

Ces chiffres sont bien inférieurs aux efforts autorisés de 40 kg/cm²

Section	Epaisseur de la voûte	Fatigue résultant				Fatigue totale		
		du poids mort	de la surcharge de l'arche totale	de la surcharge de l'arche moitié		Poids et surcharge totale	Max.	Min.
				Min.	Max.			
	m ¹	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
<i>naissance</i>	1,300	+ 32,20	+ 4,00	—	—	+ 36,20	+ 36,20	—
<i>a-a</i> : u	1,420	+ 23,85	+ 4,30	- 8,76	+ 12,75	+ 28,15	+ 36,60	+ 15,09
o	—	+ 36,28	+ 1,88	- 9,55	+ 11,66	+ 38,16	+ 47,94	+ 26,73
<i>b-b</i> : u	1,485	+ 22,10	+ 3,92	- 9,87	+ 14,30	+ 26,02	+ 36,40	+ 12,23
o	—	+ 31,30	+ 1,54	- 11,42	+ 12,83	+ 32,84	+ 44,13	+ 19,88
<i>c-c</i> : u	1,550	+ 23,15	+ 4,33	- 9,92	+ 14,28	+ 27,48	+ 37,43	+ 13,24
o	—	+ 30,70	+ 1,35	- 11,46	+ 12,81	+ 32,05	+ 43,51	+ 19,24
<i>d-d</i> : u	1,390	+ 28,05	+ 4,73	- 10,35	+ 15,15	+ 32,78	+ 43,20	+ 17,17
o	—	+ 28,80	+ 1,65	- 11,81	+ 13,45	+ 30,45	+ 42,25	+ 16,99
<i>clef</i>	1,200	+ 31,60	+ 3,40	—	—	+ 35,00	+ 35,00	+ —

(A suivre.)