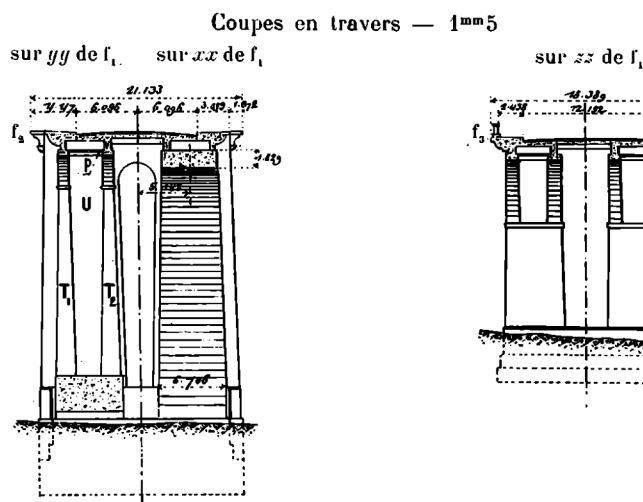
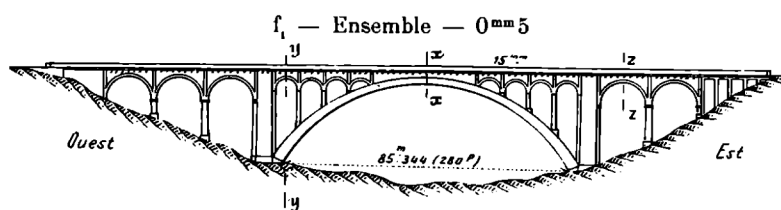


PONT SUR LA ROCKY RIVER,
PRÈS DE CLEVELAND¹ (ÉTATS-UNIS, - Ohio)
*en prolongement de l'Avenue de Detroit*²

1908-1910

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} \geq 40m,3$



1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — L'ouvrage est bien en vue, entre des berges escarpées, hautes de 30^m, presque dans la ville de Cleveland (S₁).

2. Dispositions à signaler (S₁, S₂). — C'est, avec plus de portée, le pont de Walnut Lane³ ; comme lui, c'est, en béton et béton armé, le pont de Luxembourg⁴.

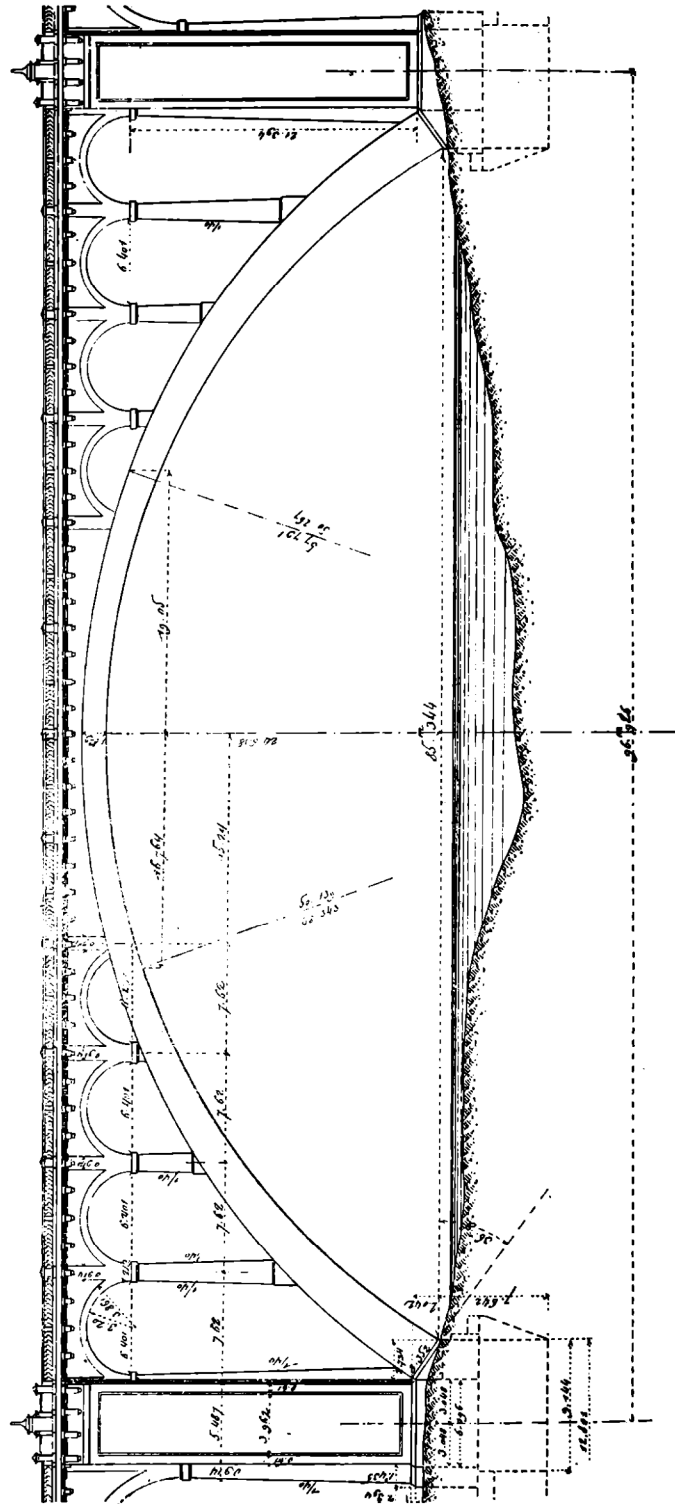
Comme à Walnut Lane, deux grandes voûtes jumelles en béton portent 2 murs T₁, T₂ (f₁) évidés par des voûtes, reliés par des murs transversaux U (f₂, f₃, f₄).

1. — A l'ouest de Cleveland, entre les faubourgs de Lakewood et de Rocky River (S₁), à quelque 800^m de l'embouchure de la Rocky River dans le lac Érié.

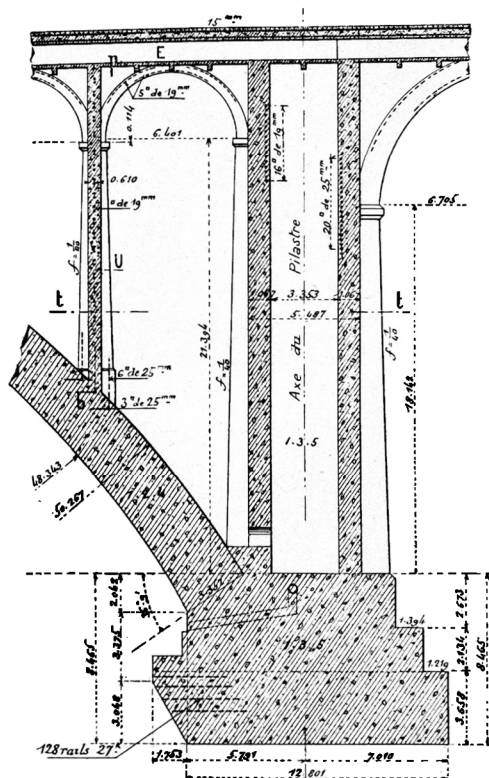
2. — Pour une « circulation intense de voitures, et 2 voies d'interurban railroad » (S₂).

3. — $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} \geq 40m$ ² - Tome II.

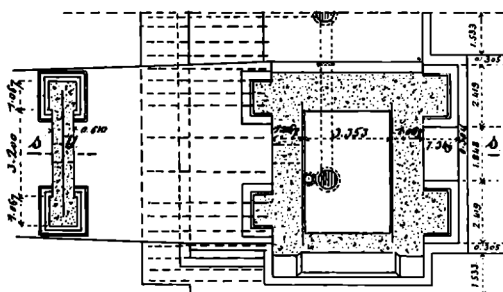
4. — $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} \geq 40m$ ¹ - Tome II.

f₁ — Grande arche — 2mm

f_s — Coupe en long sur ss de f_0 — 3mm



f_0 — Coupe horizontale sur tt de f_s — 4mm



Tout est en béton.
On a seulement armé :
les voûtes d'accès ;
les voûtes d'évidement, à l'intrados du cerveau, à l'extrados des reins ;
les murs U ;
le plancher p (f_2, f_3) ;
la plateforme sous chaussée.

Toujours comme à Walnut-Lane, les dernières piles sont accrochées aux reins des grandes voûtes par des barres coudées b (f_5).

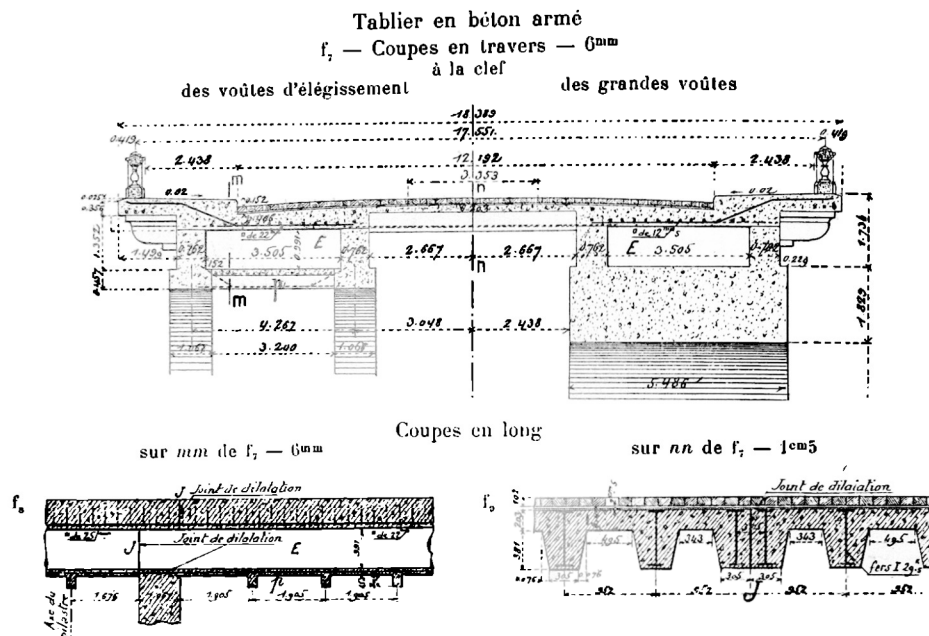
Les pilastrés encadrant les grandes voûtes sont creux (f_6) ; ils sont faits de minces murs de béton.

3. Grandes voûtes. Intrados.

L'intrados des grandes voûtes est un arc à trois centres. Leur fibre moyenne est la courbe de pression pour la charge morte.

4. Tablier en béton armé sous chaussée (S_1). Au-dessus des grandes

voûtes, dans les larges évidements E (f_1), passent les conduites : électricité, eau, gaz, égouts.



Le béton est armé :
au-dessus de chacun des deux ponts, par de simples barres (f_1 , f_2) ;
entre les deux ponts, par des poutrelles d'acier en \mathbf{I} (f_3 , f_4) auxquelles sont
fixés les rails de tramway.

5. Joints de dilatation (S_1). — La plateforme est coupée tous les 15^{m24} (f_1 , f_2 , joints J).

6. Chaussée (S_1). — Sur le béton de la plateforme, on a étalé trois couches de goudron, puis 2^{cm5} de sable ; dessus, on a posé des briques et rempli de goudron leurs joints.

7. Composition du béton (S_1) (fait à la machine) (S_1).

Pour 1 vol. de ciment Alma....	Sable	Calcaire cassé	
Grandes voûtes.....	2 ^v	4 ^v ...	et des pierres posées suivant le rayon. Il y a excès de ciment dans le mortier, de mortier dans le béton.
Fondations et socles.....	3 ^v	5 ^v ...	La résistance, en cubes de 30 ^{cm} , est, en kg/0 ^{m01} ² à 30 jours 145 ^k , à 3 mois 151 ^k , à 6 mois 223 ^k
Piles, tympans.....	3 ^v	5 ^v ...	La pression maxima ne dépasse pas 45 ^k
Chaussée, trottoirs, consoles, petites voûtes.....	2 ^v	4 ^v ...	et des pierres de 30" x 61" x 91" entourées d'au moins 7 ^{cm6} de béton. et des pierres maniables par un homme, entourées d'au moins 7 ^{cm6} de béton.
			Pierre cassée, à l'anneau de 2 ^{cm5} .

8. Efforts maxima et minima à l'intrados et à l'extrados, en $kg/0^m01^2$ (S_i)

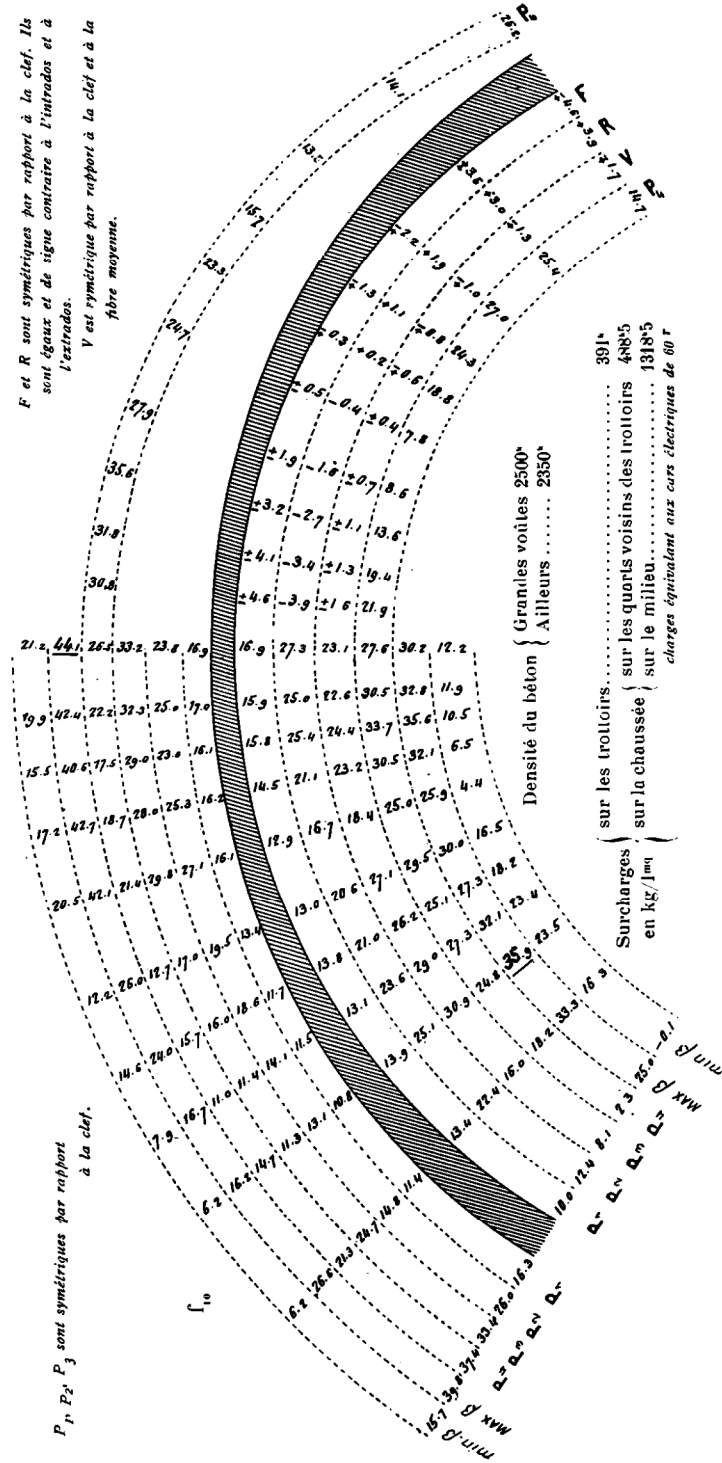
dus :

P_1 , au poids de la voûte, des tympans et des murs transversaux,
 P_2 , au poids du pont achevé,
 P_3 , id.
 P_4 , id.

dus :

F , à une variation de température de $\pm 16^{\circ} 7$ c.
 R , au retrait du béton. (85% de l'effort maximum dû à la température).
 V , au vent (146^a par mq de surface verticale exposée).

F et R sont symétriques par rapport à la clef. Ils sont égaux et de signe contraire à l'intrados et à l'extrados.
 V est symétrique par rapport à la clef et à la fibre moyenne.



9. Cintre (S_4), (f_{11} à f_{12}). — *A. Fermes.* — Le même cintre a servi pour les deux anneaux.

Il est en acier, à 2 fermes F à 3 articulations (f_{11} , f_{12}), faites chacune de deux

Φ_1 (S''')



arbalétriers appuyés l'un contre l'autre à la clef. La semelle inférieure avait une contreflèche de 5^{cm}, qui fut exactement absorbée par la charge.

Les fermes sont maintenues par des poutrelles T, dont la plupart seront, plus tard, enrobées dans le tablier sous chaussée (f_{11} , f_{12} , f_{13}).

Pour ne pas les couper, on a écarté, à leur demande, les deux fermes.

On a employé l'acier par économie⁶.

On a retroussé le cintre, parce qu'on ne pouvait pas battre des pieux dans le schiste dur, et pour laisser passer les glaces.

On a articulé, pour calculer plus facilement et plus sûrement les efforts et les flèches.

On a soigné le cintre comme une construction permanente.

Les assemblages faits au chantier étaient boulonnés et non rivés.

Les vaux V (f_{11} , f_{12}) étaient simplement posés sur les poutres T⁷. Entre eux, en C (f_{11}), des coins permettaient de racheter les déformations locales.

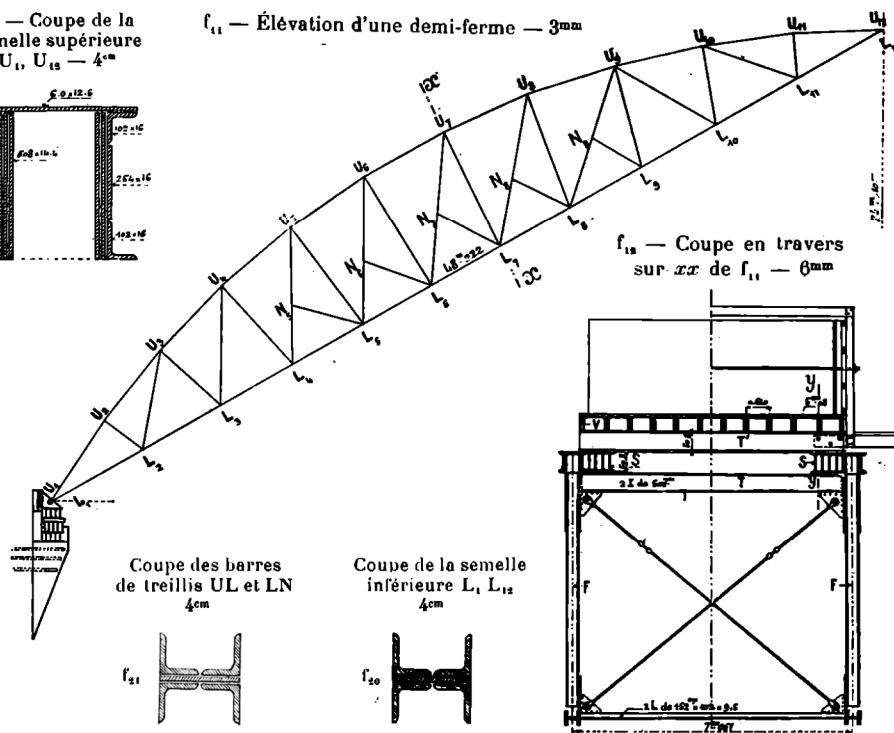
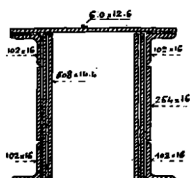
6. — On a admis $14 \cdot 7 / 0 \cdot 001^2$ pour le travail de l'acier (S_0).

7. — On avait supposé que les fermes portaient seulement les composantes des poids suivant le rayon, les composantes tangentielles étant transmises aux culées par les vaux ou les étais en béton armé qui, soutenaient les tranches avant les clavages (voir plus loin : n° II).

Les flèches observées ont vérifié cette hypothèse (S_0).

f_{10} — Coupe de la
semelle supérieure
 U_1, U_{12} — 4^{es}

f_{11} — Élévation d'une demi-ferme — 3^{mm}



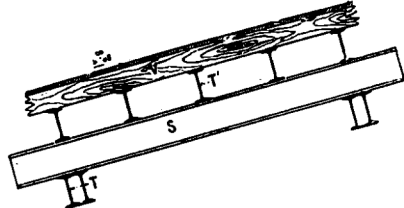
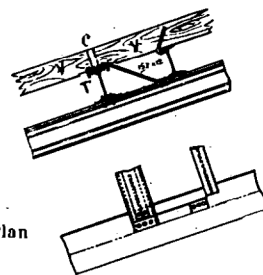
f_{12} — Coupe en travers
sur xx de f_{11} — δ^{mm}

Coupe des barres
de treillis UL et LN
4cm

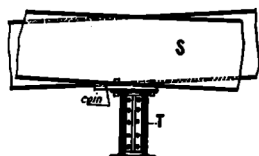
Coupe de la semelle
inférieure L₁ L₁₂
4cm

Nœuds U_2, U_4, U_6, U_8 de $f_{11} = 1\text{cm}$

f_{13} — Coupe en long sur yy de f_{11} — 1 cm

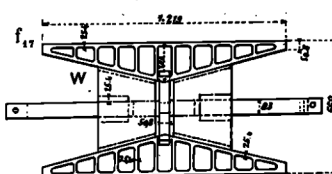
 f_{14} — Élévationf₁₃ — Plan

**f₁₀ — Assemblage des poutres S
sur les poutres T**
Élévation — 2^{cm}

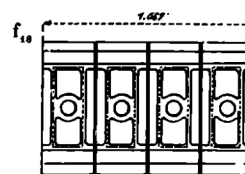


Coins à vis sous les fermes
Élévations — 3^{cm}

de côté



de face



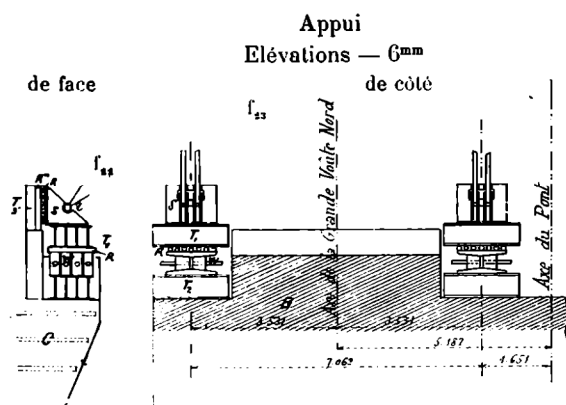
B. - Appui de chaque ferme aux retombées (f_{11} , f_{12}) (S_1 , S_2). — La rotule de la naissance r est portée par un sabot triangulaire S , lequel s'appuie :

1° - verticalement :

sur 4 \mathbf{I} , T_1 , mobiles sur les rouleaux R qui serviront à transporter le cintre. Le tout est posé sur des coins à vis W (f_{11} , f_{12}), permettant d'élever ou d'abaisser les fermes, puis sur 4 \mathbf{I} , T_2 , enfin, sur une console en béton armé, C ;

2° - horizontalement :

contre deux systèmes de rouleaux : les uns horizontaux R' (f_{11}), les autres verticaux R'' , ceux-ci roulant sur des \mathbf{I} , T_1 .



Chaque sabot porte 830 tonnes. Les vis des coins W étaient verrouillées. On avait poli toutes les faces de glissement des sabots et des coins.

10. Exécution des parements vus des pilastres (S_1). — Ils sont faits d'un mortier à 1^{re} de Portland, 2^e de gros sable, 2^e de granit cassé à 6^{mm}2, sans poussière.

Sur les faces verticales, on pose une couche d'au moins 2^{cm}5, en même temps que le béton.

Dès que le béton a fait prise, on enlève les coffrages ; on remplit les vides du parement ; on le lave jusqu'à ce que le gravier apparaisse.

On le met à l'abri du soleil, et on le maintient humide pendant 3 jours.

Sur les faces horizontales, on pose une couche de 3^{cm}8, avant que le béton ait durci.

Après prise, on le lave jusqu'à ce que le gravier apparaisse.

11. Construction des grandes voûtes (S_1). — On les a construites par tranches symétriques, dans l'ordre des chiffres de f_{11} . On laissait entre elles des vides K de 1^m22, maintenus suivant leur fibre moyenne par trois étais a (f_{11}) en béton armé, de 1^m83 de longueur, pénétrant dans les tronçons voisins.

Aux reins, les étais avaient 0^m76 \times 0^m91 et étaient armés de 18 barres carrées de 25^{mm}. Ils étaient plus minces à la clef.

Dans le béton des retombées, on avait encastré, sur la moitié de leur épaisseur, de grosses pierres, pour assurer sa liaison avec le béton de la voûte.

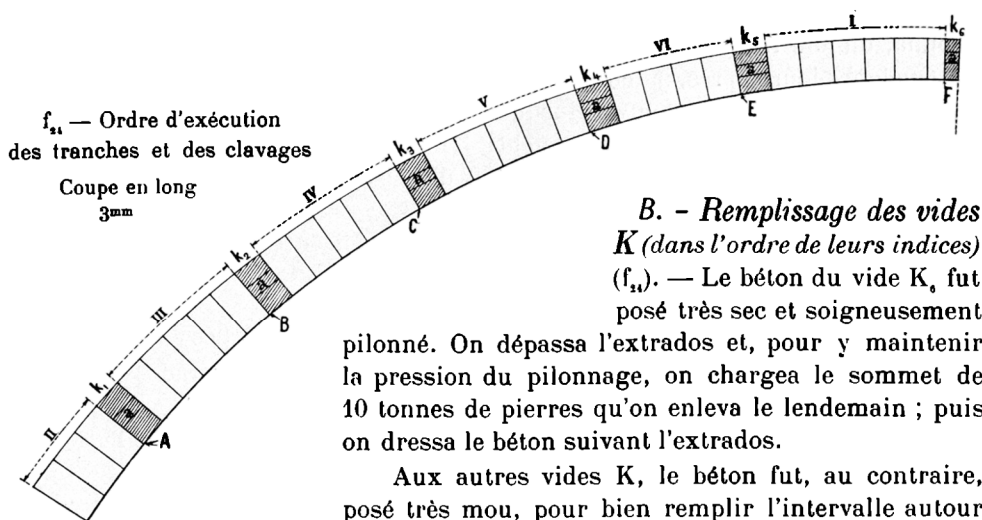
A. - Exécution des tranches. — Dans chaque tranche on a posé, normalement à l'intrados, 30 % de pierres de 0^m30 \times 0^m91 \times 1^m52.

Dans les tranches II et III, le béton était juste assez mou pour qu'on y pût enfoncer les pierres.

La construction de chaque tranche dura 2 à 3 jours. Le soir, on posait des pierres débordant de la moitié de leur épaisseur.

A partir de 40° de la clef, on posa le béton plus mou. On plaça les pierres aussi près que possible l'une de l'autre, avec découpes, d'une rangée sur l'autre.

Dans l'après-midi, on posait, là où on prévoyait que le travail serait arrêté le soir, une cloison transversale à rainures, pour accidenter la surface du béton à reprendre le lendemain.



Aux autres vides K , le béton fut, au contraire, posé très mou, pour bien remplir l'intervalle autour des étais en béton armé, afin qu'ils ne fussent pas

écrasés au décintrement.

On y forçait le dosage, pour y avoir tout de suite une résistance au moins égale à celle des tronçons qui, eux, étaient renforcés par des pierres.

C. - Bandeaux (S.). — De 2^m5 à 5^m en arrière des cloisons de tête, on plaçait des feuilles d'acier sensiblement moins hautes qu'elles.

Entre les cloisons et ces feuilles, et en même temps que le béton du corps de la voûte, on posait du mortier à 1^{re} de ciment et 4^{re} d'éclats de granit et de trapp.

On élevait les feuilles d'acier au fur et à mesure.

Après enlèvement des cloisons de tête, on bouchardait la surface du mortier, puis on la lavait à l'acide pour enlever le ciment et mettre à nu la pierre.

12. Mouvements observés pendant la construction du 1^{er} anneau (anneau Sud). — Sous le poids des tranches I (f_{11}), l'articulation de clef du cintre s'abaissa de 44^{mm}, et les reins se relevèrent.

Sous les tranches II, ce fut l'inverse ; après les tranches VI, la rotule de clef était élevée de 25^{mm} au-dessus de sa position initiale, et la semelle inférieure du cintre était devenue rectiligne.

Sous le poids des tranches IV, les arbalétriers du cintre perdirent leur contre-flèche ; les tranches II et la moitié inférieure des tranches III se séparèrent du platelage.

On observa que les vides entre les tranches tendaient à s'ouvrir à l'extrados, à se fermer à l'intrados.

Les joints de retombée ne s'ouvrirent pas.

A cette voûte, portée par un cintre métallique très sensible aux variations de température, on voulut permettre de suivre les mouvements du cintre après clavage. Avant de claver le vide K_0 , on huila les faces voisines des deux tranches, puis on bétonna, un jour froid (S_0).

Quelques jours après, la température s'éleva sensiblement : l'un de ces joints huilés s'ouvrit (f_{23}) ; il resta ouvert jusqu'au décintrement.⁸

Entre les clefs K_1 , K_2 et les tranches III et IV (f_{34}), on observa à l'extrados une fissure de 15^{cm} à 20^{cm} de long, 12^{mm}6 d'épaisseur. On la boucha : elle ne reparut plus.

A l'extrados des autres clefs, se produisirent des fissures capillaires de 5^{cm} de profondeur, attribuées au retrait.

On constata, avant décintrement :

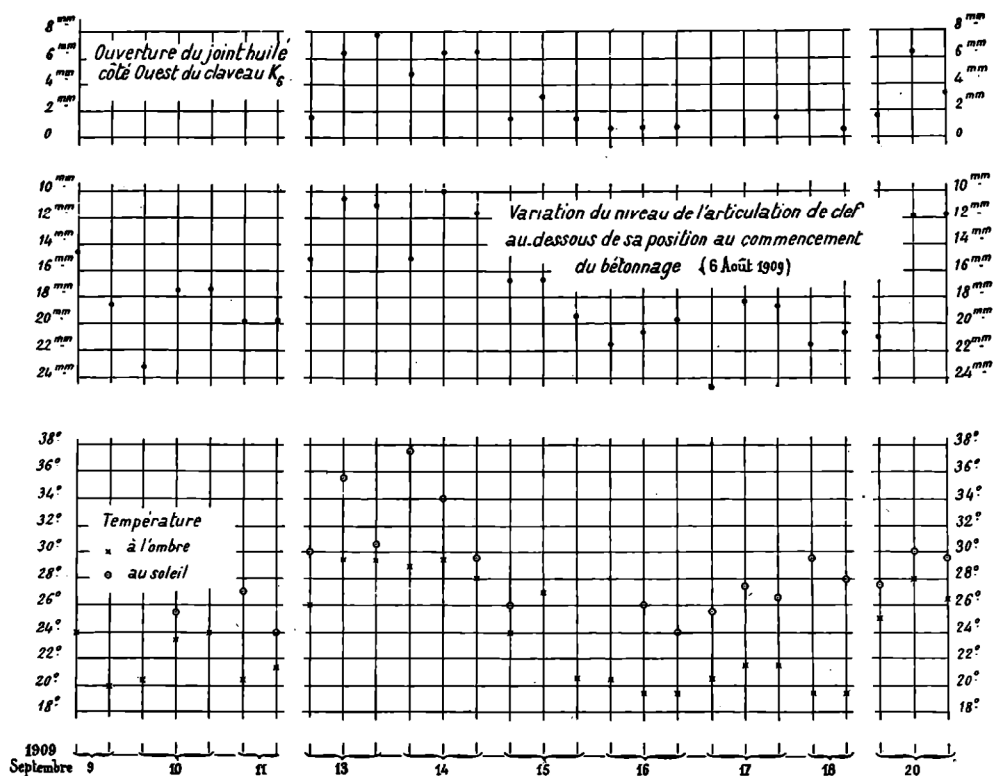
- 1° — que la rotule de clef du cintre était exactement à sa place théorique ;
- 2° — que l'écartement moyen de l'intrados réel et de l'intrados théorique était inférieur à 12^{mm}6 ;
- 3° — que les longueurs des deux intrados différaient de moins de 12^{mm}6.

A. — Mouvements du cintre pendant le bétonnage des tranches (S_0).

Date — Août 1909	Température en ° Centigr.	Distance verticale, en mm., au-dessous (—) ou au-dessus (+) de leur position, au commencement du bétonnage, des points A à F de f ₂₁ .											Etat d'avancement des tranches
		A		B		C		D		E		F	
		Est	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Clef	
6	28°9												I commencée (23 ^r)
9	29°4	— 1.5	+ 2	+ 3	+ 2.1	+ 4.6	+ 2.1		+ 25.1	— 21	— 23.8	— 34	I achevée (419 ^r)
11	23°3	— 2	— 1	+ 4.1	— 1.5	+ 16	— 1.5	— 8.2	— 9	— 25	— 31.9	— 41.4	II faite sur 1 ^{re} 83
13	26°7	— 3.7	+ 1	+ 4.1	+ 2.4	— 0.6	+ 2.4	— 11.3	+ 16.1	— 22	— 27	— 42.4	II achevée
17	25°	— 7	— 3.8	— 2.7	— 4	— 5.8	— 4.3	— 13.3	+ 12.5	— 23	— 31.7	— 41.5	III faite aux 3/4
19	25°6	— 9	— 5.2	— 9.4	— 8.2	— 6.4	— 8.2	— 12.5	+ 10	+ 12	— 21.8	— 36.6	III achevée
24	30°	— 14.5	— 9	— 22	— 22.8	— 16.1	— 26	— 14.5	— 15	— 17.5	— 21.3	— 17.4	IV faite aux 2/3
26	29°4	— 14.3	— 12	— 26.5	— 28.9	— 25	— 35	— 14.2	— 21	— 14	— 24.4	— 11.6	IV achevée
28	22°8	— 17.4	— 13.7	— 32.6	— 32	— 38.7	— 45.7	— 34.1	— 42.6	— 23.5	— 38.1	— 14	V et moitié de VI achevées
31	26°7	— 19.5	— 14.3	— 34.7	— 34.1	— 45.4	— 47.9	— 43.8	— 35.7	— 34.6	— 43.3	— 12.8	VI achevée

8. — « Le niveau de l'articulation de clef était si sensible aux variations de température, que M. Stevens, le « Resident Engineer », déclare qu'il pouvait déterminer la température de l'air en mesurant l'ouverture du joint de béton. » (S_2). — Voir le graphique f_{23} .

B. - f_{22} - Mouvements de la clef, après clavage (S_6).



13. Décintrement. — On décintra quand le béton des clefs K_1 , K_2 avait 19 jours, celui des tranches, 28 jours⁹. On put ainsi construire la deuxième voûte avant l'hiver, ce qu'on n'avait pas d'abord espéré.

On déverrouilla, puis on desserra les vis commandant les coins. Chacun d'eux, pesant environ 610^k, était manœuvré par 4 hommes.

Après décintrement, l'écart maximum entre l'intrados réel et l'intrados projeté n'atteignait pas 12^{mm}6 (S_6).

14. Transport du cintre [les piles sur le dos de la voûte, achevées (S_6)]. — Dans le béton B (f_{22}), étaient encastrés deux rails.

En desserrant les vis des coins de décintrement, on amena les rouleaux R (f_{22} , f_{22}) à reposer sur eux. On déplaça le cintre au moyen d'une poulie et d'un câble fixé à un treuil.

9. — Le béton des claveaux K (1', 1', 2') s'écrasait à 225^k à 7 jours, celui des tranches, (1', 2', 4') à 218^k à 30 jours.

Au décintrement, la voûte travaillait à 17^k (S_6).

15. Exécution du deuxième anneau (S_1). — On le construit exactement comme le premier.

16. Dates (S_2 , S_1).				1908	
Commencement (S_2)	{	des travaux		29 octobre	
		du bétonnage.....		5 décembre	
				1909	
Grandes voûtes (S_1)	{	Anneau Sud	{	Bétonnage { des tranches	6 - 30 août
				des claveaux.....	3 - 9 septembre
		Anneau Nord.....	{	Décintrement.....	28 septembre

17. Personnel (S_1 , S_2).

Ingénieurs.

Projet et Exécution : M. A. B. Lea, Ingénieur du Comté de Cuyahoga,
M. A. M. Felgate, Ingénieur des Ponts.

Le 6 septembre 1909, M. F. R. Lander a succédé à M. A. B. Lea,

M. A. L. Stevens, « Resident Engineer ».

Projet du cintre : M. Wilbur J. Watson, Ingénieur-Conseil.

Entrepreneurs : MM. Schillinger frères.

Chef de l'Entreprise : M. Hiram Miller.

SOURCES :

S_1 . — Dessins d'exécution (S_1), renseignements (S_2) et photographie (S_3) gracieusement communiqués par M. le Dr Waddell, « Consulting Engineer » à Kansas-City.

S_2 . — Engineering Record, 23 janvier 1909, p. 90 à 92 : « *The Rocky River Concrete Bridge Near Cleveland. O.* ».

S_3 . — Dessins du cintre et photographie qu'a bien voulu m'adresser M. A. B. Lea.

S_4 . — Engineering Record, 1^{er} janvier 1910, p. 4 à 8 : « *The construction of the Rocky River Bridge.* »

S_5 . — Concrete Engineering, juin 1909, p. 148 et 149 : « *The Rocky River Bridge.* »

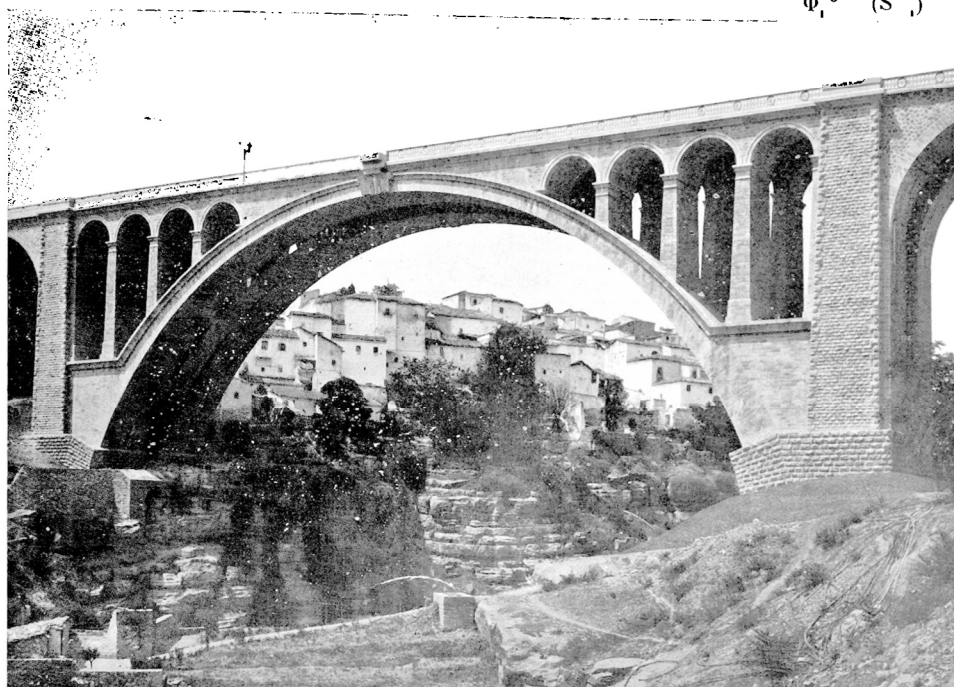
S_6 . — Proceedings of the American Society of Civil Engineers, vol. XXXVII, n° 4, avril 1911, p. 507 à 515, Pl. XL à XLIV : « *Steel centering used in the construction of the Rocky River Bridge, Cleveland, Ohio.* » M. Wilbur J. Watson, M. Am. Soc. C. E.

PONT DE SIDI RACHED, SUR LE RHUMEL¹, A CONSTANTINE² (ALGÉRIE)

1908-1912

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40m)^4$

$\Phi,^3 (S''')$



1. Deux ponts jumeaux. — Deux ponts de 4^m de largeur, écartés de 4^m, portent une dalle en béton armé (f). On a donné 12^m à la circulation avec deux ponts ayant ensemble 8^m de largeur.

Comme à Luxembourg⁴, Walnut Lane⁵, Rocky River⁶, le système n'a pas été limité à la grande voûte, mais étendu à tout l'ouvrage, qui a 27 arches : 13 de 8^m 80, 8 de 9^m 80, 4 de 16^m, 1 de 30^m, 1 de 69^m.

1. — Le Rhumel, à Constantine, ressemble fort au Tajo, à Ronda (Andalousie), franchi, en 1784-88, par une voûte en ovale surhaussé de 13^m 20 seulement, entre de hauts pieds-droits.

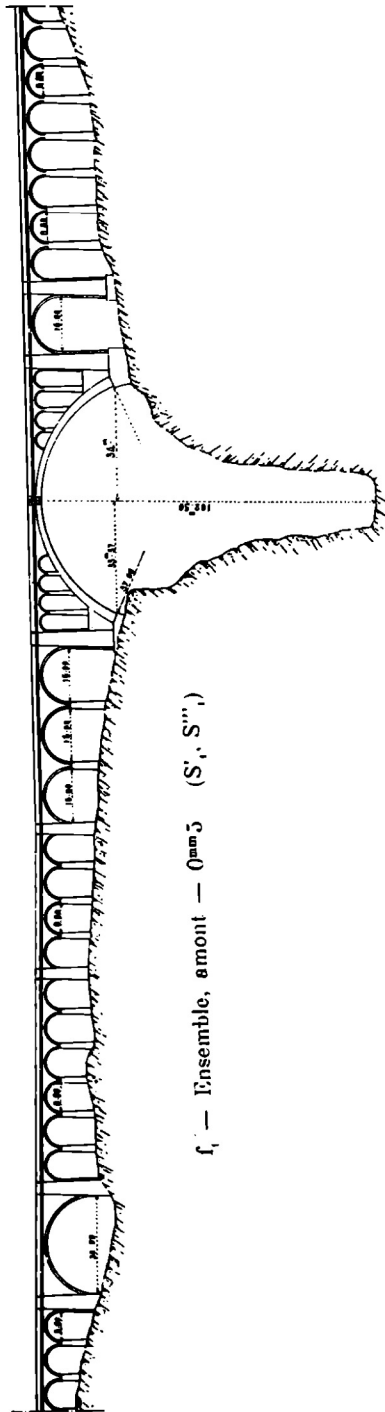
	Ronda	Constantine
Hauteur de la chaussée au-dessus du thalweg.....	82 ^m	102 ^m 50
Largeur du vide en haut.....	40 ^m	54 ^m

Relevés de M. de Dartin. — « *Etudes sur les Ponts en pierre remarquables par leur décoration, antérieurs au XIX^e siècle* ». Tome V, Pl. 55 à 58.

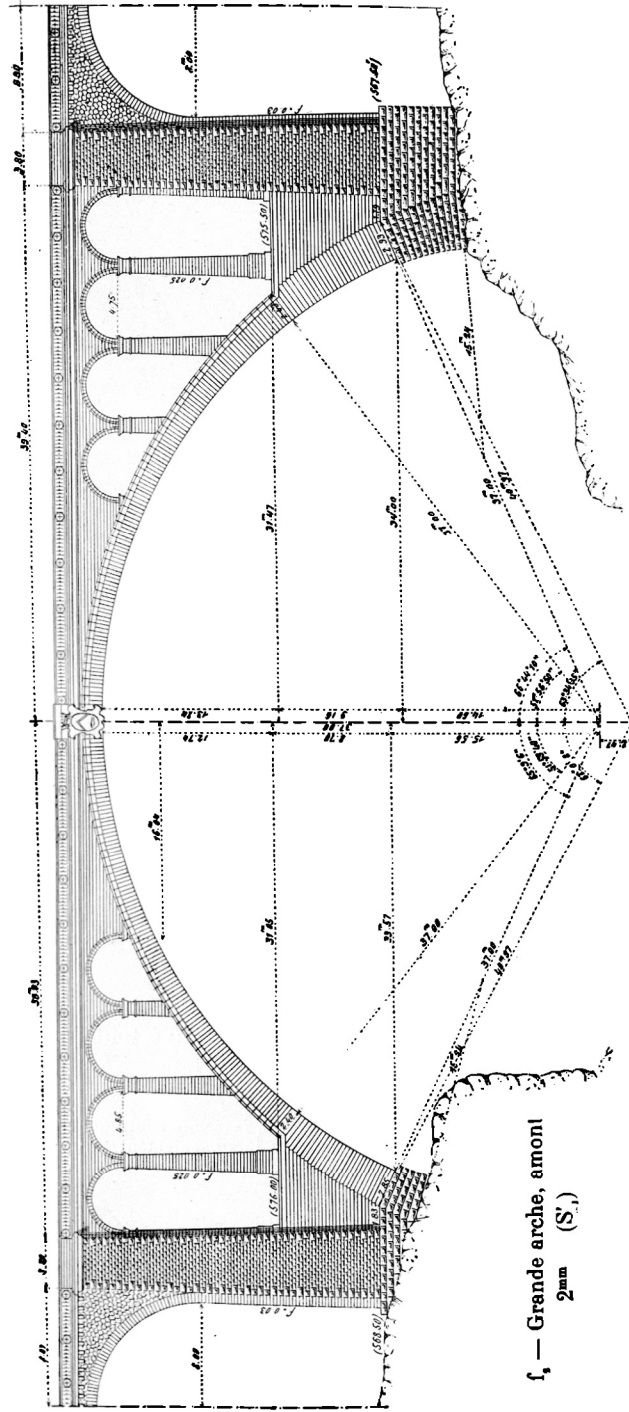
2. — Raccordement, entre le quartier du Coudiat et la gare de Constantine, des routes nationales n° 5 d'Alger à Constantine et n° 3 de Stora à Biskra.

3. — Cliché de M. Lauffenburger, Photographe à Constantine — Juillet 1912.

4. — $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40m)^1$ 5. — $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40m)^2$ 6. — $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40m)^3$

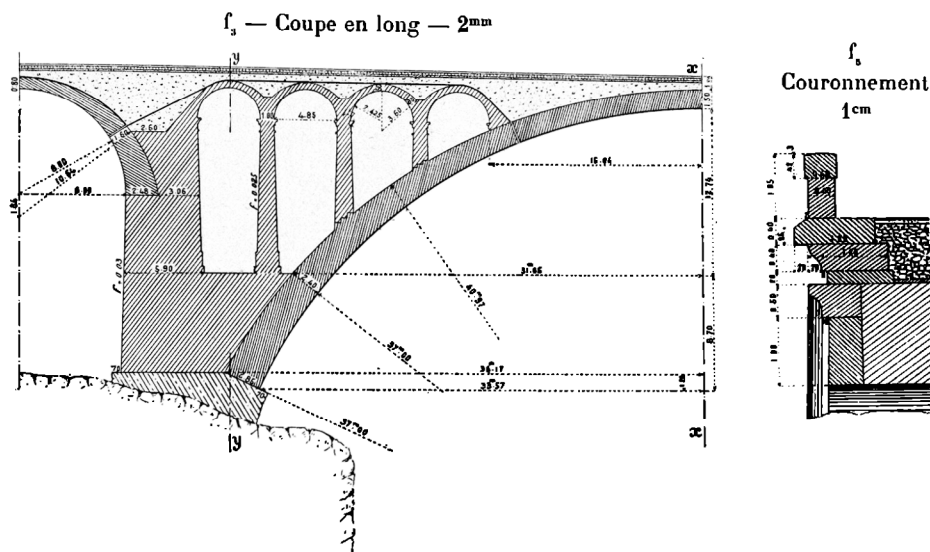


f_1 — Ensemble, amont — 0^m5 (S_1 , S_1' , S_1''')

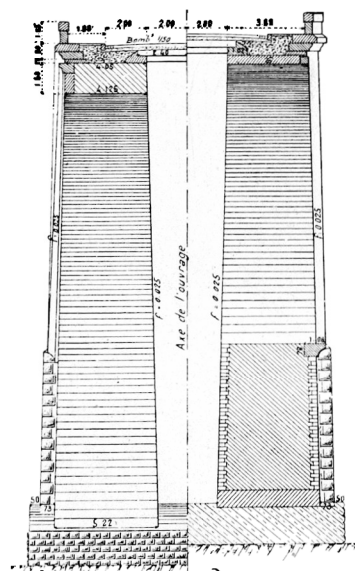


f_2 — Grande arche, amont
2^{mm} (S_1)

2. Pourquoi on a fait une grande arche en maçonnerie. — Par-dessus cette gorge profonde, il fallait une grande arche ; en pierre, elle n'était guère plus chère qu'en fer, parce que les carrières sont proches (S_1) : on ne pouvait hésiter.



f_4 — Demi-coupes en travers — 3mm
sur xx de f_3 | sur yy de f_3



3. Couronnement. — Rectiligne, il eût paru concave : il a une flèche de 6^m (S_1).

4. Matériaux (S_1).

A. — *Sable*. — On a employé du calcaire broyé, reconnu meilleur que l'excellent sable des plages de Philippeville :

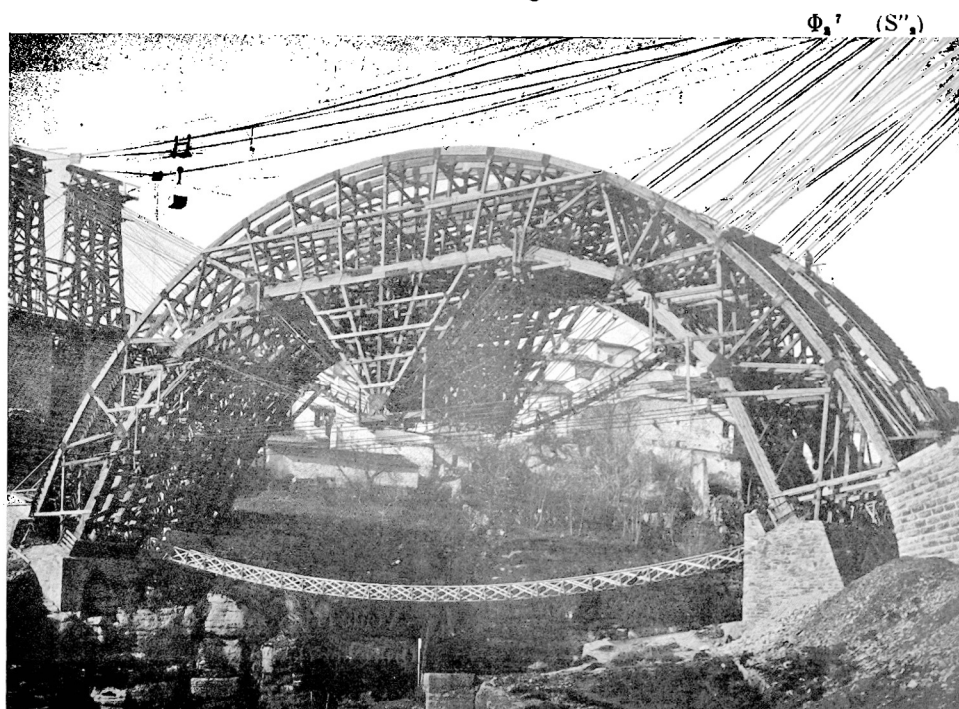
tout venant, pour la maçonnerie ordinaire ;
passé à la claie, pour la maçonnerie d'appareil.

B. — *Appareil*. — On a taillé en voussoirs :
les pierres de taille des bandeaux ;
les moellons d'appareil de l'extrados,
pour y montrer des joints minces.

Les moellons cubaient de 0^{mc}04 à 0^{mc}10.

5. Cintres des grandes voûtes (S'' , S_1) (Φ , f , f_1). — *A. - Pourquoi on a construit deux cintres.* — Le cintre d'une seule voûte aurait eu une portée de 68^m, une montée de 25^m, une hauteur de 35^m au-dessus du sol, — (il était donc difficile de l'y amarrer), — une largeur de 4^m88 seulement.

On a craint de ne pouvoir le contreventer assez pour résister au vent, — qui, là, souffle parfois en tempête, — et aux charges.



On a construit de suite les deux cintres. On a eu ainsi une largeur de 12^m88 au lieu de 4^m88, soit le 1/5^e de la portée au lieu du 1/14^e.

On a calculé les pièces * pour un rouleau de 1^m d'épaisseur moyenne : en fait, le premier rouleau eut 0^m60 à la clef, 1^m20 aux naissances.

B. - Dépense (S_1).

Cintres proprement dits.....	152.713' 22 (0,61 d)
Bois.....	68.142' 07 (0,27 d)
Massifs de maçonnerie { supportant les cintres.. 19.975'	30.550' (0,12 d)
(Construction et démolition) { amarrant les télécharges auxiliaires..... 10.575'	
Installations pour le montage et la mise en place	97.419' 62 (0,39 d)
Total.....	250.132' 84 (d)

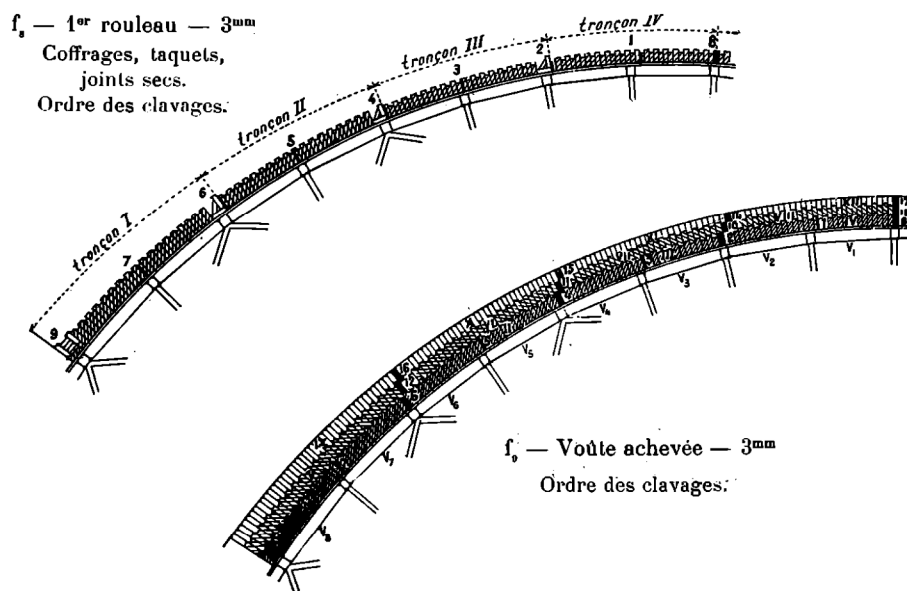
7. — Cliché de M. Lauffenburger, photographe à Constantine, — 3 février 1910.

8. — avec les formules données aux Annales des Ponts et Chaussées, octobre 1886, p. 503 et suivantes : « Construction des Ponts du Castellet, de Lavaur et Antoinette », M. Séjourné.

C. — *Prix d'unité (en location) (S_1).*

Bois	Pin d'Autriche.....	le m. c.	133'37
	Platelage de 2 ^m	le m. q.	3'05
Métal	Fontes et fers.....	le kg.	0'57
	Acier doux (brides, étriers).....	le kg.	0'89
	Câbles.....	le kg.	1'02

6. Exécution des grandes voûtes (f_1, f_0). — On a chargé le cintre au cerveau, sur 54°, comme il devait l'être par le premier rouleau ; en tendant les câbles, on ramenait les reins écartés par la charge (S_1).



Le premier rouleau a été articulé au droit de tous les points fixes du cintre⁹ ! dans les joints secs, on matait énergiquement le mortier (ciment 50^k, sable très sec 83'3, eau 12') (S_1).

Au cerveau, on ficha, puis on mata légèrement tous les joints (S''_1).

On commença le deuxième rouleau 8 jours après le clavage du premier, le troisième aussitôt après le clavage du second (S_1).

7. Mouvements du cintre en plan. — Sous le chargement, le cintre s'est courbé vers l'aval avec une flèche de 7^{cm}5 (S_1).

9. — D'après la méthode du Pont de Laveur $\hat{A}^1 Fr$ ($\geq 40^m$)⁴ — Tome II.

On a donné cette explication :

Dans les bois sciés sur épure, le trait de scie était plus large à l'entrée (face supérieure, qui a été ensuite la face amont du cintre) qu'à la sortie (face sur le sol, qui a été ensuite la face aval du cintre). Ces joints d'amont, plus larges, se sont fermés sous la pression.

8. Dates d'exécution des grandes voûtes (1910) (S₁).

	Voûte aval	Voûte amont
1 ^{er} rouleau.....	9-30 avril	2-14 mai
2 ^e rouleau.....	17 mai — 6 juin	7-18 juin
3 ^e rouleau.....	27 juillet — 17 août	12 août — 1 ^{er} sept.

9. Décintrement. — Après l'achèvement du premier rouleau, et pendant tout l'été, la clef des voûtes n'a pas varié : la chaleur a donc dilaté l'arc de ce dont les charges l'avaient contracté.

En juillet 1910, avant la construction du 3^e rouleau, les bois s'étaient desséchés et le platelage du cintre avait commencé à se séparer de la douelle ; en septembre, il ne la touchait plus (S'') : il y avait un vide de 2 à 6^{mm} (S₁).

C'est le soleil qui a décintré les deux voûtes, en les dilatant et desséchant les bois.

Pour abaisser le cintre, on souleva légèrement, avec des vérins hydrauliques, le pied des arbalétriers, et on dégagea les coins (S₁).

10. Dalle en béton armé. — C'est un hourdis de 15^{cm} d'épaisseur, sur nervures espacées de 1^m75. Il est coupé tous les 11^m, par un joint de 1^{cm}, au-dessus d'une nervure. Au voisinage des joints, les nervures sont rapprochées à 1^m20 au lieu de 1^m75.

11. Quelques prix d'unité (prix payés à l'Entrepreneur) (S₁).

	Matériaux en œuvre. le m. c.	Parements vus et rejointoiements. le m. q.
Moellons { ordinaires.....	23 ^f 50	2 ^f 54
{ équarris (<i>tétués</i>).....	38 ^f 10	3 ^f 85
{ d'appareil (<i>smillés</i>).....	48 ^f 26	5 ^f 08
Pierre de taille.....	107 ^f 95	8 ^f 25 (petit appareil) 14 ^f 60 (grand appareil)
Béton armé { Béton de ciment.....		le m. c. 114 ^f 30
{ Acier doux (<i>armatures</i>).....		le kg. 0 ^f 51
Garde-corps en fonte.....		le kg. 0 ^f 552

12. Salaires (S₁).

Maçons.....	7 ^f à 7 ^f 50 par jour.
Taillieurs de pierre (à la tâche).....	9 ^f à 12 ^f par jour.

13. Personnel (S₃).

Ingénieurs :

Avant-projets : M. Godard, puis M. Raby, Ingénieurs en chef.

M. Daujon, puis M. Guérin, Ingénieurs ordinaires.

Projet définitif et Exécution : Sous la haute direction de M. Godard, Inspecteur Général,

M. Boisnier, Ingénieur en chef, M. Gadreau (jusqu'en mars 1911) et M. Mercadier (depuis juillet 1911), Ingénieurs ordinaires.

Projet du cintre : M. Séjourné¹⁰.

Direction, surveillance des chantiers, études de détail : M. Bonnefous, Sous-Ingénieur.

Entrepreneur : M. J.-B. Vitte.

Ingénieur de l'Entreprise : M. Faron.

10. — Sur la demande des Ingénieurs.

SOURCES :

S₁. — Dessins d'exécution (S'₁), renseignements (S''₁) et photographies (S'''₁), gracieusement communiqués par M. Boisnier (1909-1912).

S₂. — Renseignements (S'₂) et photographie (S''₂) qu'a bien voulu m'adresser M. Gadreau (1910).

S₃. — Annales des Ponts et Chaussées, 1912, III, p. 473 à 524 ; Pl. 16 à 18 : « *Les Ponts de Constantine. — Le Pont de Sidi-Rached* » M. Boisnier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ ¹

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

Série $\overset{\text{arc}}{\mathbf{A}}^1 \mathbf{F}^r (\geq 40^m)$ ²

Voir Préliminaires, Tome II, p. 3 et 4 :

1. — pour la définition des « arcs peu surbaissés »,
2. — pour le sens de ce symbole.

PONT A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET							
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE					1° ÉVIDEMENTS DES TYPANS
	Longueur entre abouts des parapets Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados	INTRADOS Portée Montée Surbaissement Rayon	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX Mortier Poids, pour 1 ^m de sable, de chaux ou de ciment	PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ² Hypothèse adoptée Surcharges supposées	
Date				CORPS	TÊTES			2° DÉCORATION DES TÊTES
Symbole				Clef Retombées	Clef Retom- bées			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
de Kleinwolmsdorf Saxe 1844-1845 A ¹ Fr (≥ 40 ^m) ¹	»	» 7 ^m 88 entre bandeaux	Arc de cercle 45 ^m 32 15 ^m 10 $\frac{1}{3} = 0,333$ 24 ^m 55		2 ^m 30 »	Bandeaux A l'intrados, PT ¹ de 1 ^m 70 et 0 ^m 80 de queue ; à l'extrados, ME ¹		
de Berdoulet France 1860-1861 A ¹ Fr (≥ 40 ^m) ²	70 ^m 20 O 14 ^m 32	8 ^m 00 8 ^m 66 Pas de fruit 0 ^m 80	Arc d'anse de panier à 3 centres 40 ^m 00 11 ^m 65 $\frac{1}{3,44} = 0,29$ Rayons : au cerceau, 24 ^m 40 aux reins, 21 ^m 50	1 ^m 70 3 ^m 30	1 ^m 80 3 ^m 30	Bandeaux, Douelle, Clef et contre-clefs : L ¹ Queutage : MOV ¹ Ciment		1° 2 voûtes transversales, vues, en arc de cercle, de 11 ^m 60 à 1/3,55 2° »
du Castelet France 1882-1883 A ¹ Fr (≥ 40 ^m) ³	66 ^m 41 20 ^m 81 nn 22 ^m 81 (thalweg)	5 ^m 65 5 ^m 81 Fruit $\frac{1}{30}$ 0 ^m 90	Arc de cercle 41 ^m 203 14 ^m 00 (moyenne) $\frac{1}{2,94} = 0,34$ 22 ^m 20	1 ^m 25 2 ^m 25 à 60°	1 ^m 25 2 ^m 25 à 60°	Bandeaux : PT ¹ Grand appareil Douelle et Queutage : MEV ¹ 2 assises pour 1 assise de bandeau Granit d'Aix Ciment artificiel Vicat n° 1 — 650 ^k Joint : Bandeaux 12 ^{mm} Douelle 20 ^{mm}	Pour un travail limite de Voûte seule (décintrement) 10 ^k 6 ^k Ouvrage terminé sans sur- charge avec sur- charge 15 ^k 10 ^k 20 ^k 14 ^k Méthode graphique Durand-Claye Cung Surcharge : 4764 ^k /1 ^m 0 ^t	1° 7 voûtes transversales, vues, en plein cintre, de 4 ^m 00 sur piles de 0 ^m 80 2° »

1. Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II, n° 6.

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ F^r (≥ 40m)

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION								CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER			
FONDATIONS	GRANDE VOÛTE							Q DÉPENSE D Totaux et de surface utile S _p ² de volume « utile » W ⁴ par unité } 18			
	CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t _c au décin- trement t' _c après t'' _c				
	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses								
	Type Matière Appareils de décintrement	Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle 2							
Nature du sol Profondeur sous l'étiage Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ² Procédé	11	12	13	14	15	16	17				
	</										

2. Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — A. 3. S_p = Longueur (col. 2) × Largeur entre parapets (col. 3) — C'est la surface offerte à la circulation.4. W = Surface vue de l'élévation × Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations × Largeur entre parapets.Pour S_p , W , W' , voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — B.

PONT A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET																			
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE					ÉVIDEMENTS DES TYMPANS												
	Longueur <i>entre abouts des parapets</i> Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage	Largeurs <i>entre parapets entre tympans sous la plinthe</i> Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados	INTRADOS Portée Montée Surbaissément Rayon	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX Mortier Poids, pour 1 ^{me} de sable, de chaux ou de ciment	PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ² Hypothèse adoptée Surcharges supposées													
				CORPS Clef Retombées	TÊTES Clef Retom- bées															
Date	2	3	4	5	6	7	8	9												
Symbole	1																			
de Lavour France 1882-1884 A¹ Fr ($\geq 40^m$) ¹	123 ^m 50 5 ^m RG ND 27 ^m 13 étiage	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 50 \\ 4^m 692 \end{array} \right.$ Fruit $\frac{1}{25}$ 0 ^m 85	Arc de cercle $\left\{ \begin{array}{l} 61^m 50 \\ 27^m 50 \\ \frac{1}{2,24} = 0,446 \end{array} \right.$ Rayons : <i>au-dessus du sol, sur 14° 6' 54''</i> 31 ^m 20 <i>au-dessous du sol, sur 14° 22' 30''</i> 19 ^m 688	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 65 \\ 2^m 81 \\ \text{à } 58^{\circ} 52' 30'' \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 65 \\ 2^m 81 \\ \text{à } 58^{\circ} 52' 30'' \end{array} \right.$	Bandeaux : PT ¹ Calcaire oolithique du Quercy Douelle et Queutage : MEV ¹ même épaisseur que les voussoirs des bandeaux. Calcaire à entroques (oolithe inférieure) de Lexos (720 ^k à 1127 ^k) <i>Au-dessus de 58° 52' 30'' :</i> Ciment artificiel Vicat n° 1 — 650 ^k Sable de l'Agoût Joints : Bandeaux 10 ^{mm} Douelle 15 ^{mm}	<table><tr><td>Pour un travail limite de :</td><td>Pres- sion moy. à la clef :</td></tr><tr><td colspan="2">Voûte seule (décintrement) 16^k 7^k</td></tr><tr><td colspan="2">Ouvrage terminé sans sur- charge</td></tr><tr><td>18^k</td><td>13^k</td></tr><tr><td colspan="2">avec sur- charge</td></tr><tr><td>23^k</td><td>17^k</td></tr></table> Méthode graphique Durand-Claye Cung Surcharge : 4764/1 ^{me}	Pour un travail limite de :	Pres- sion moy. à la clef :	Voûte seule (décintrement) 16 ^k 7 ^k		Ouvrage terminé sans sur- charge		18 ^k	13 ^k	avec sur- charge		23 ^k	17 ^k	1° 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 4 ^m 50, sur piles de 1 ^m 10 2° Archivolte.
Pour un travail limite de :	Pres- sion moy. à la clef :																			
Voûte seule (décintrement) 16 ^k 7 ^k																				
Ouvrage terminé sans sur- charge																				
18 ^k	13 ^k																			
avec sur- charge																				
23 ^k	17 ^k																			
Antoinette France 1883-1884 A¹ Fr ($\geq 40^m$) ¹	89 ^m 25 O 14 ^m 40 étiage	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 50 \\ 4^m 80 \end{array} \right.$ Fruit $\frac{1}{25}$ 0 ^m 90	Arc de cercle Au niveau des fondations $\left\{ \begin{array}{l} 50^m 00 \\ 15^m 90 \\ \frac{1}{3,145} = 0,318 \end{array} \right.$ Rayons : <i>au-dessus du sol, sur 00° 42' 54''</i> 31 ^m <i>au-dessous du sol, sur 40° 8' 33''</i> 6 ^m 20	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 28 \\ \text{à } 40^{\circ} 56' 33'' \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 28 \\ \text{à } 40^{\circ} 56' 33'' \end{array} \right.$	Bandeaux : PT ¹ Douelle et Queutage : MEV ¹ 2 assises pour 1 assise de bandeau Granit de Sidobre 091 ^k à 977 ^k Ciment artificiel Vicat n° 1 — 650 ^k Joints : Bandeaux 10 ^{mm} Douelle 12 ^{mm}	<table><tr><td>Pour un travail limite de :</td><td>Pres- sion moy. à la clef :</td></tr><tr><td colspan="2">Voûte seule (décintrement) 19^k 8^k</td></tr><tr><td colspan="2">Ouvrage terminé sans sur- charge</td></tr><tr><td>18^k</td><td>14^k</td></tr><tr><td colspan="2">avec sur- charge</td></tr><tr><td>30^k</td><td>18^k</td></tr></table> Méthode graphique Durand-Claye Cung Surcharge : 4764/1 ^{me}	Pour un travail limite de :	Pres- sion moy. à la clef :	Voûte seule (décintrement) 19 ^k 8 ^k		Ouvrage terminé sans sur- charge		18 ^k	14 ^k	avec sur- charge		30 ^k	18 ^k	1° 10 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 4 ^m 00, sur piles de 0 ^m 96 2° Archivolte.
Pour un travail limite de :	Pres- sion moy. à la clef :																			
Voûte seule (décintrement) 19 ^k 8 ^k																				
Ouvrage terminé sans sur- charge																				
18 ^k	14 ^k																			
avec sur- charge																				
30 ^k	18 ^k																			

1. Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II, n° 6.

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ Fr (≥ 40^m)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER			
GRANDE VOÛTE										Q			
CINTRE										DÉPENSE			
FONDATIONS	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses		MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_c au décin- trement après t_v	Totaux et par unité { de surface utile S_p ³ de volume « utile » W ⁴					
Nature du sol Profondeur sous l'étiage Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ² Procédé	Type Matière Appareils de décintrement	Nombre Épaisseur Écartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle ²									
10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Mollasse (Tuf) Marne argileuse avec lits calcaires et amandes de grès — 2 ^m 87 Pressions : maxima : 6 ^k 7 moyenne : 5 ^k 9 A sec	Fixe Éventail Sapin Boîtes à sable	5 Fermes de rive 20 ^{cm} Fermes intermédiaires 25 ^{cm} 1 ^m 50 Pas de surhaussement	325 ^{mc} 11246 ^k 38000 ^f	0 ^{mc} 66 22 ^k 8 76 ^f 9	A partir de 55° de la clef, 3 rouleaux. Au 1 ^{er} roul. 8 tronçons, 15 clavages. Au 2° roul. 6 tronçons, 3 clavages. Au 3° roul. 8 tronçons, 5 clavages.	Voûte nue 135 jours 7 mai	$t_c = 18^{mm}7$ $t_v = 0^{mm}6$	Q Q : S_p Q : W D D : S_p D : W D : Q	Fon- dations 3 ^{mc} 78 0 ^{mc} 20 145 ^f 8 7 ^f 6 38 ^f 5	Élé- vation 8 ^{mc} 13 0 ^{mc} 42 726 ^f 9 38 ^f 0 89 ^f 4	En- semble 11 ^{mc} 91 0 ^{mc} 62 485000 ^f 872 ^f 7 45 ^f 6 73 ^f 3		
Mollasse (Tuf) Rive droite : — 4 ^m 80 Rive gauche : — 4 ^m 01 Pressions : maxima et moyenne : 6 ^k 4 A sec	Fixe Éventail Sapin Boîtes à sable	5 Fermes de rive 20 ^{cm} Fermes intermédiaires 25 ^{cm} 1 ^m 40 Pas de surhaussement	187 ^{mc} 7806 ^k 32300 ^f	0 ^{mc} 59 24 ^k 8 102 ^f 5	A partir de 49° 51' 27" de la clef, 3 rouleaux. Au 1 ^{er} roul. 8 tronçons, 13 clavages. Au 2° roul. 8 tronçons, 7 clavages. Au 3° roul. 4 tronçons, 3 clavages.	Voûte nue 99 jours 10 septembre	$t_c = 13^{mm}$ $t_v = 0^{mm}6$	Q Q : S_p Q : W D D : S_p D : W D : Q	Fon- dations 2 ^{mc} 67 0 ^{mc} 23 124 ^f 4 10 ^f 6 46 ^f 6	Élé- vation 3 ^{mc} 31 0 ^{mc} 28 433 ^f 36 ^f 8 130 ^f 8	En- semble 5 ^{mc} 98 0 ^{mc} 51 224000 ^f 557 ^f 4 47 ^f 4 93 ^f 2		

Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — A. 3. S_p = Longueur (col. 2) × Largeur entre parapets (col. 3) — C'est la surface offerte à la circulation.

4. W = Surface vue de l'élévation × Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations × Largeur entre parapets.

Pour S' , W , W' , voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — B.

PONT A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET							
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE					1° ÉVIDEMENTS DES TYMPANS
	Longueur entre abouts des parapets Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados	INTRADOS Portée Montée Surbaissement Rayon	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX Mortier Poids, pour 1 ^m de sable, de chaux ou de ciment	PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ² Hypothèse adoptée Surcharges supposées	
Date				CORPS	TÊTES			2° DÉCORATION DES TÊTES
Symbole				Clef Retombées	Clef Retom- bées			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
de Wäldlitobel <i>Autriche</i> 1883-1884 A¹ Fr (≥ 40 ^m) ⁶	74 ^m 30 ^m 5 45 ^m (sur l'axe)	{ 4 ^m 50 4 ^m 50 Fruit $\frac{1}{20}$ 1 ^m 00	Arc de cercle 41 ^m 00 13 ^m 23 $\frac{1}{3,10} = 0,323$ 22 ^m 50	{ 1 ^m 70 3 ^m 10	{ 1 ^m 70 3 ^m 10	Bandeaux : Gros moellons grossièrement taillés « Chaux-ciment » 0 ^m c 5	Pression moyenne à la clef : 12 ^k 2	1° 8 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 2 ^m , sur piles de 1 ^m 20 2° »
de Céret <i>France</i> 1883-1885 A¹ Fr (≥ 40 ^m) ⁷	186 ^m 52 10 ^m RD RG 26 ^m	{ 4 ^m 62 4 ^m 62 Fruit $\frac{1}{40}$ 1 ^m 00	Arc de cercle 45 ^m 00 19 ^m 50 $\frac{1}{2,31} = 0,433$ 22 ^m 73	{ 1 ^m 40 2 ^m 80 à 60°	{ 1 ^m 50 2 ^m 80 à 60°	Bandeaux : PT ¹ Grand appareil (42° en moyenne, en douelle) Douelle et Queutage : L ¹ (épaisseur 42°) Granit 571 ^k à 735 ^k Ciment de grappier Lafarge — 1000 ^k	Pression maxima : 27 ^k Méry »	1° 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m , sur piles de 1 ^m 50 2° »
sur le Palmgraben <i>Autriche</i> 1904-1905 A¹ Fr (≥ 40 ^m) ⁸	83 ^m 60 0 28 ^m	{ 4 ^m 55 4 ^m 50 Fruit $\frac{1}{20}$ 1 ^m 40	Arc de cercle 49 ^m 00 14 ^m 44 $\frac{1}{3,393} = 0,295$ 28 ^m	{ 1 ^m 70 2 ^m 70	{ 1 ^m 70 2 ^m 70	Bandeaux et Douelle : PT ¹ Retombées en granit, le reste en grès. Queutage : MOV ¹ Ciment 450 ^k	Pression maxima : 28 ^k Surcharge : Ma- (Ten- chines ders Wag- ons Poids en T Long- entre tam- pons Essieux : Nom- bre Ecar- tement Poids 16 ^t 13 ^t 11 ^t Circulaire du Ministère des Chemins de fer 28 août 1904	1° 8 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m , sur piles de 1 ^m 20 2° »
sur le Schalchgraben <i>Autriche</i> 1904-1905 A¹ Fr (≥ 40 ^m) ⁹	94 ^m 00 10 ^m 2 30 ^m	{ 5 ^m 00 4 ^m 50 Fruit $\frac{1}{20}$ 1 ^m 40	Arc de cercle 52 ^m 00 15 ^m 033 $\frac{1}{3,458} = 0,289$ 30 ^m	{ 1 ^m 70 2 ^m 70	{ 1 ^m 70 2 ^m 70	PT ¹ Granit Ciment Portland 0 ^m c 333	Pression maxima : avec surch. sans surch. Clef Retomb. 19 ^k 8 19 ^k 4 27 ^k 9 22 ^k 7 Surcharge : Comme au Pont sur le Palmgraben A¹ Fr (≥ 40 ^m) ⁸	1° 4 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m 20, sur piles de 1 ^m 20 2° »

1. — Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II, n° 6.

EXÉCUTION											CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER		
FONDATIONS	GRANDE VOÛTE										Q		
	CINTRE					MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_c au décin- trement après t_d	DÉPENSE				
	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses		D								
	Type	Nombre	Totaux	par mq de douelle ²	Totaux				et de surface utile S_p ¹ de volume « utile » W ⁴	par unité			
	Matériau	Épaisseur Écartement d'axe en axe Surhaussement											
Nature du sol	Appareils de décentrement												
Profondeur sous l'étiage													
Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ²													
Procédé													
10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Rocher	Retroussé sur 11 ^m environ	5 26 ^{cm} 1 ^m 39	282 ^{mc}	1 ^{mc} 03	A pleine épaisseur.	42 jours		Q = 1648 ^{mc}					
Pression moyenne : 9 ^k 8	»		4000 ^k	14 ^k 6	4 attaques : 2 aux retombées, 2 au-dessus du milieu de la montée			Q : S_p = 4 ^{mc} 94 Q : W = 0 ^{mc} 31 Q : W' = 0 ^{mc} 46 ^s					
Boîtes à sable			12740 ^f	46 ^f 6				D = 93 429 ^f D : S_p = 280 ^f 6 D : W = 17 ^f 8 D : W' = 26 ^f 1 D : Q = 56 ^f 7					
Rocher	Fixe	4 30 ^{cm} 1 ^m 35	les 4 fermes 362 ^{mc} pièces com- munes 122 ^{mc} 484 ^{mc}	1 ^{mc} 31	A partir de 60° de la clef :	79 jours	t_c cerveau : 90 ^{mm} reins : 60 ^{mm} t_d = 0	D = 712 775 ^f					
Pression maxima : 14 ^k 2	Sapin		8046 ^f	21 ^k 7	2 rouleaux, 4 tronçons par rouleau			D : S_p = 827 ^f 1 D : W = 46 ^f 5					
Épaulements	Boîtes à sable		38649 ^f	104 ^f 2									
Éboulis compacts (conglomérat)	Fixe	5 Etage supérieur 21 ^{cm} Etages infér. Bois ronds de 24 ^c à 27 ^c 1 ^m 50 130 ^{mm}	»	»	Voûte nue		t_c = 3 ^{mm}	Q = 3000 ^{mc}					
»	»		14700 ^f	35					Q : S_p = 7 ^{mc} 88 Q : W = 0 ^{mc} 48				
A sec (Béton armé en bas)	Billots Zuffer								D : 15750 ^f 204750 ^f 220500 ^f D : S_p 41 ^f 4 538 ^f 2 579 ^f 6 D : W 2 ^f 5 32 ^f 7 35 ^f 2 D : Q » » 73 ^f 5				
Éboulis compacts (conglomérat)	Fixe	5 Etage supérieur 17 ^c à 22 ^c Etages infér. Bois ronds de 18 ^c à 27 ^c 1 ^m 50 150 ^{mm}	»	»	3 rouleaux	Maçonnerie montée jusqu'aux retombées des voûtes d'élégissement	t_c = 110 ^{mm}	Q = 3300 ^{mc}					
Pression moyenne : 3 ^k 5	»		31500 ^f	80 ^f 8	Moellons posés à sec, puis joints de 16 ^{mm} matés		t_d = 7 ^{mm}	Q : S_p = 7 ^{mc} 02 Q : W = 0 ^{mc} 40					
A sec (Béton armé en bas)	Billots Zuffer							D : 21000 228900 ^f 249900 ^f D : S_p 44 ^f 7 487 ^f 0 531 ^f 7 D : W 2 ^f 6 27 ^f 9 30 ^f 5 D : Q » » 75 ^f 7					

2. Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — A. 3. S_p = Longueur (col. 2) × Largeur entre parapets (col. 3) — C'est la surface offerte à la circulation.

4. W = Surface vue de l'élévation × Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations × Largeur entre parapets.

Pour S_p , W, W', voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — B.

PONT A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET							
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE					1° ÉVIDEMENTS DES TYMPANS
	Longueur entre abouts des parapets Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage	Largeurs (entre parapets entre tympans sous la plinthe Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados	INTRADOS Portée Montée Surbaissement Rayon	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX Mortier Poids, pour 1 ^m de sable, de chaux ou de ciment	PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ² Hypothèse adoptée Surcharges supposées	
Date				CORPS	TÊTES			2° DÉCORATION DES TÊTES
Symbole				Clef Retombées	Clef Retom- bées			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
sur le Rothweinbach <i>Autriche</i> 1904-1906 $\hat{A}^1 F^r (\geq 40^m) 10$	65 ^m 00 0 33 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 50 \\ 4^m 50 \end{array} \right.$ Fruit $\frac{1}{20}$ 1 ^m 10	Arc de cercle $\left\{ \begin{array}{l} 41^m 00 \\ 15^m 32 \\ \frac{1}{2,676} = 0,374 \end{array} \right.$ 21 ^m 376	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 40 \\ 2^m 40 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 40 \\ 2^m 40 \end{array} \right.$	Bandeaux à bossages Douelle plate de même épaisseur d'assise que les bandeaux Calcaire grossièrement assisé Ciment 1 Sable 3 (en poids)	Pression maxima : 30 ^k Surcharge : Comme au Pont sur le Palmgraben $\hat{A}^1 F^r (\geq 40^m) 8$	1° 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m 00, sur piles de 1 ^m 20 2° »
d' Escot <i>France</i> 1907-1909 $\hat{A}^1 F^r (\geq 40^m) 11$	146 ^m 77 (moyenne) 15 ^m ND 23 ^m 82	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 50 \\ 3^m 87 \end{array} \right.$ Fruit $\frac{1}{40}$ 1 ^m 18	Arc de cercle $\left\{ \begin{array}{l} 56^m 00 \\ 18^m 70 \\ \frac{1}{2,994} = 0,334 \end{array} \right.$ 30 ^m 313	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 83 \end{array} \right.$ Rive gauche Rive droite	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 83 \end{array} \right.$ Rive gauche Rive droite	Bandeaux ; MAV ¹ Douelle et Queutage : MEV ¹ Calcaire Ciment de laitier 600 ^k	Pression maxima : Clef : 36 ^k 3 Joint de rupture : 37 ^k <i>Méry</i> 2000 ^k /1 ^m ²	1° 6 voûtes transversales vues, en plein cintre : 3 de 4 ^m 50 (RG), 3 de 4 ^m 75 (ND), sur piles de 0 ^m 91 et 0 ^m 92 2° »

1. — Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II. n° 6

SÉRIE A¹ Fr (≥ 40m)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
GRANDE VOÛTE										Q	
CINTRE										DÉPENSE	
FERMES										D	
Cube de bois Poids de fer Dépenses										Totaux	
MODE DE CONSTRUCTION										et	
DÉCINTREMENT										par unité	
TASSEMENTS										de surface utile S _p ² de volume « utile » W ⁴	
DE LA CLEF										18	
sur cintre t _c											
au décin- t _v											
trement t _v											
après t _v											
Date											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
Rocher calcaire	Retroussé sur 13° 60	5				4 tronçons	Piles sur le dos de la grande voûte achevées	t _c = 33 ^{mm}			
»	»	22° à 25°						t _v = 0			
»		»									
A sec	Billots Zuffer	120 ^{mm}									
Rocher calcaire très résistant	Fixe	4	185 ^{mc}	0 ^{mc} 52	2 rouleaux	Plus hautes piles d'élégissement commencées		t _c = 40 ^{mm}	Q = 3352 ^{mc}		
»	Type Pont de Lavaur	25 ^{cm}	5827 ^k	16 ^k 3	1 ^{er} rouleau en 8 tronçons				Q : S _p = 5 ^{mc} 07		
»	A' F' (≥ 40°) ⁴	1 = 50	48510 ^f	135 ^f 7	Même méthode qu'au Pont de Lavaur	89 jours		t _v = 0	Q : W = 0 ^{mc} 34		
Pression maxima : 14 ^k 3	»	35 ^{mm}							D = 208 014 ^f		
A sec	Boîtes à sable					10 octobre			Garde-corps non compris. Décompte non réglé.		
									D : S _p = 314 ^f 9		
									D : W = 21 ^f 3		
									D : Q = 62 ^f 1		

4. W = Surface vue de l'élévation \times Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations \times Largeur entre parapets.

Pour S_n , W , W' , voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 - B.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ
PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE $\hat{A}' F'' (\geq 40^m)$

MONOGRAPHIES

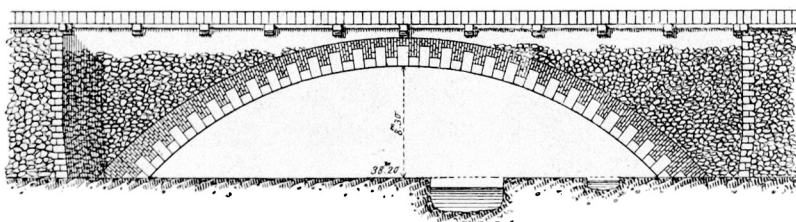
PONT SUR LE RUISSEAU DE LA RÖDER¹ PRÈS DE KLEINWOLMSDORF (SAXE)

Chemin de fer de Saxe-Silésie² (Dresde à Gorlitz)

1844-1845

$\hat{A}' F'' (\geq 40^m)$ ¹

f₁ — Élévation — 2^{mm} (S₂)



1. Ce qu'on observait en 1908. — La portée, mesurée au niveau du sol, est de 38^m20. La voûte se continue au-dessous.³

1. — Affluent de la Grande Röder.

2. — A 22^m environ de Dresde, à 2^m environ après la station de Radeberg.

3. — Dans son *Traité : Construction de Viaducs, Ponts-aqueducs, Ponts et Ponceaux en maçonnerie*, Paris 1852, Statistique p. 294-295, n° 260, Toni Fontenay donne, avec la date d'exécution, 1844-1845, les dimensions suivantes : ouverture 45^m32 — montée 15^m10 — rayon 24^m42 — épaisseur à la clef 1^m70. Il spécifie : « Le rocher sert de culées. — La route est en pierre de taille. »

L'ouverture de 45^m32 est indiquée également par Heinzerling, *Die Brücken der Gegenwart*. — *Steinerne Brücken*, — Heft II, page 36.

Celle de 160 pieds est donnée dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnbauwesens in technischer Beziehung*, Jahrgang 1848, oder 3 Band, — Wiesbaden 1848. — On lit p. 188 :

Notizen über die grössern Brücken auf der Sächsisch-Schlesischen Eisenbahn.

« Die beiden Brücken über die Röder, unfern Kl. Wolmsdorf, deren eine, vom Baumeister O. B. Günther in Dresden construiert, einen 80 Ellen oder 160' weit gespannten Gerölbbogen bildet und « beiderseits auf Felsen gegründet ist ;..... »

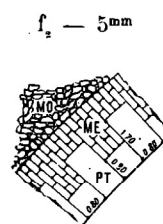
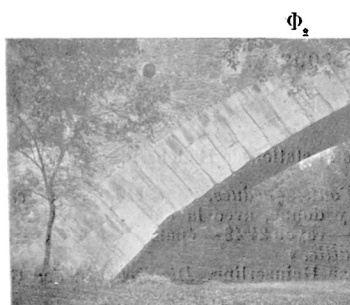
La planche XVIII, fig. 9, indique un arc à culées perdues dans le sol. Il est encadré par deux tours qui n'existent plus ou n'ont jamais existé.

Sur place, on ne voit pas du tout pourquoi on a fait cette grande voûte par-dessus une prairie et un petit ruisseau.



Il y a en douille de nombreuses fissures parallèles aux têtes. Quelques voussoirs de tête sont fendus.

Bandeaux (S_2)



Les tympans sont en maçonnerie ordinaire, puis en briques.
Ils sont reliés par des tirants.
Un toit métallique met l'ouvrage à l'abri de la pluie.

SOURCES :

S.₁. — Ce que j'ai vu — août 1908.

S.₂. — Photographie et croquis relevés par M. Poinçot, Ingénieur de la Compagnie P. L. M. — août 1908.

Je n'ai pu obtenir d'autres renseignements.

Les croquis ont été relevés sur place et complétés d'après les photographies.

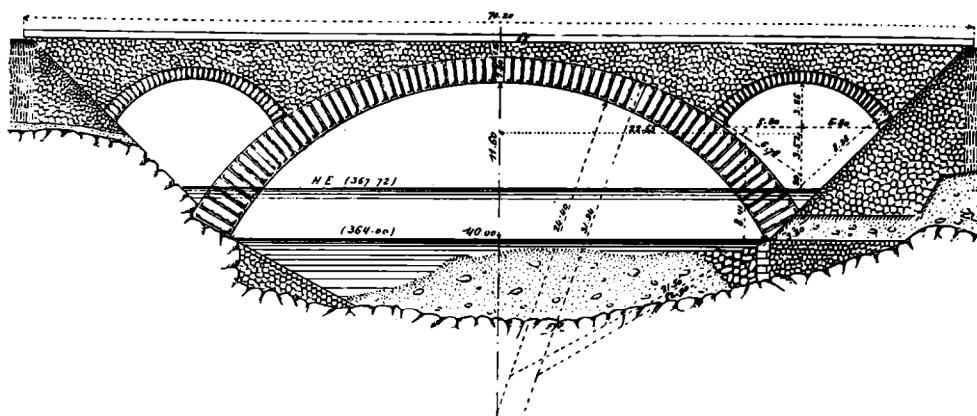
PONT DE BERDOULET SUR L'ARIÈGE (ARIÈGE)

Ligne de Toulouse à Foix¹

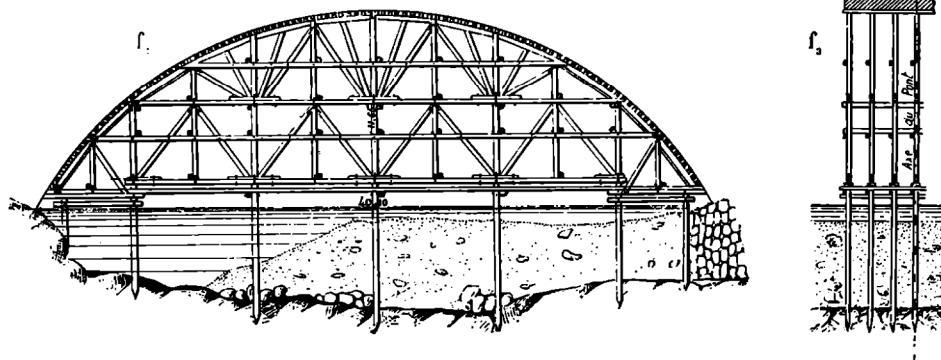
1860-1861

$\hat{A}^1 F^r (\geq 40^m)^2$

f_1 — Élévation — 2^{mm}



Cintre — 2^{mm}5



1. Exécution de la voûte. — On a construit d'abord les bandeaux sur toute leur épaisseur (en 3 assises aux reins, puis en 2). Il s'y est ouvert deux fissures, aux naissances et vers l'angle de 27°.

On a fait ensuite le corps de la voûte en 2 rouleaux, le 1^{er} avec un seul cours de libages de 0^m90 à 1^m10 de queue, 0^m70 d'épaisseur, tous posés sur cales en bois.

1. — Entre la halte de Saint-Jean-de-Verges et Foix.

En un jour et demi, on coula, puis on ficha dans les joints du mortier de ciment.

Aussitôt après, on fit le queutage, en moellons ordinaires lités et mortier de ciment.



2. Personnel.

Ingénieur en chef : M. Saige.

Chef de section : M. Lafond.

Entrepreneurs : MM. Langlade et Rivayrol — M. Castaing.

SOURCES :

S₁. — Dessins d'exécution. — Quelques renseignements communiqués par M. Rivayrol.

S₂. — Renseignements qu'a bien voulu me donner, en avril 1908, M. Eydoux, Ingénieur de la Compagnie du Midi. — Ils sont au tableau synoptique p. 116, 117.

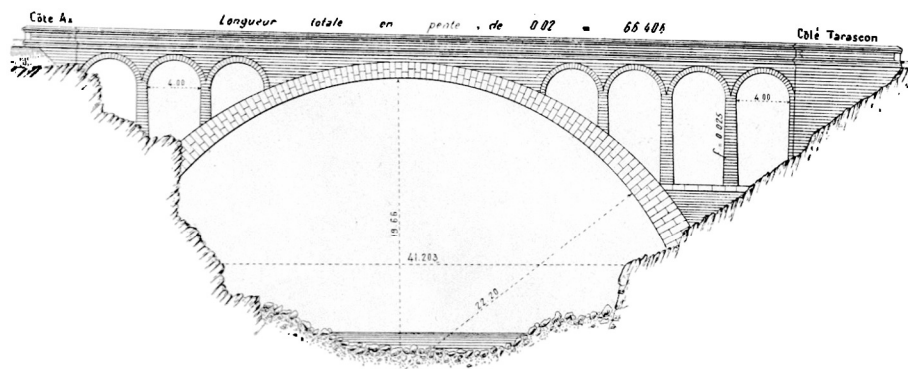
PONT DU CASTELET, SUR L'ARIÈGE (ARIÈGE)

Ligne de Tarascon-sur-Ariège à Ax-les-Thermes¹

1882-1883

A¹ F^r \triangleright 40^m)3

f₁ — Élévation aval — 2^{mm}



1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — On a fait une grande voûte, parce que le tracé coupe sous un angle de 53° la rivière, qui coule là, très rapide, entre des rochers à pic, dans un lit encombré de blocs sur une profondeur indéfinie.

Elle retombe des deux côtés sur le rocher (micaschiste très dur).

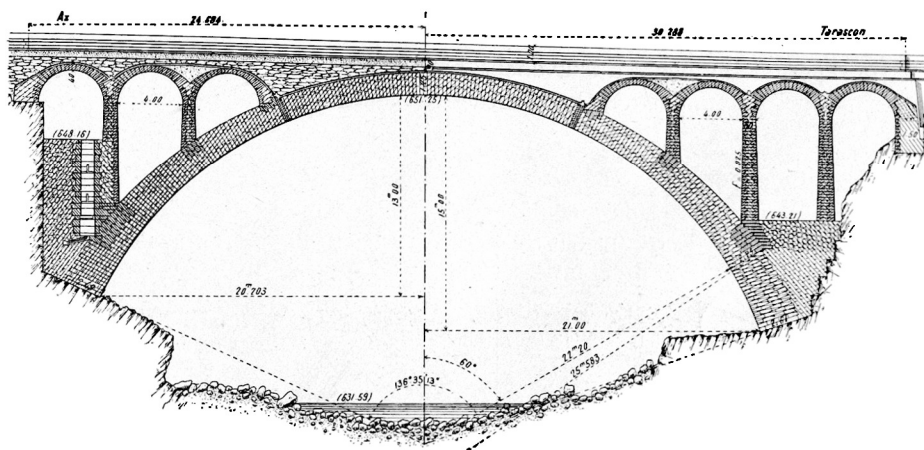
2. Appareil. — Les retombées des piles sont fixées aux crossettes, qui débordent la grande voûte, par des goujons en fer de 35^{mm}, scellés au plomb sur 12^{cm} (f₁).

Le matage du plomb inquiète le mortier, et les trous de scellement diminuent la surface portante : tout compte fait, ce n'est pas à conseiller ; je ne l'ai pas fait ailleurs.

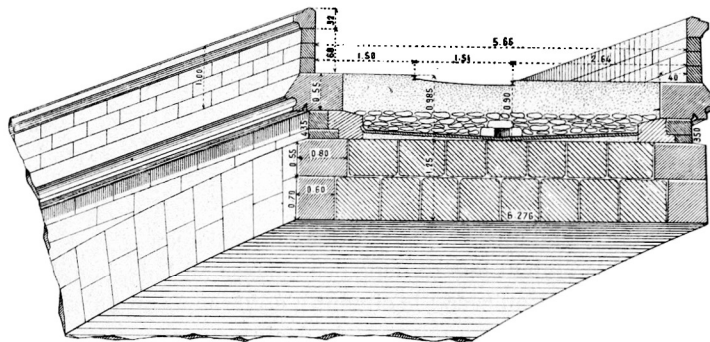
Les assises des tympans, horizontales jusqu'aux naissances des petites voûtes, atteignent sous la plinthe la pente de l'ouvrage.

1. — A 4^{km} d'Ax.

f_1 — Coupé en long — 2mm5
l'ouvrage terminé les maçonneries découvertes



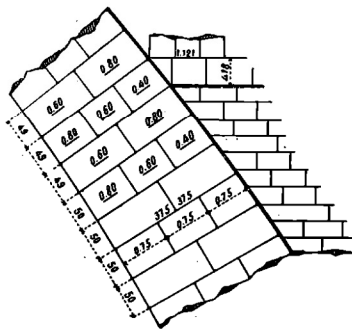
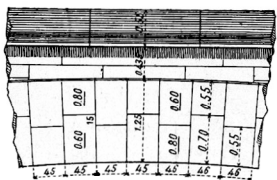
f_2 — Coupe en travers à la clef — 1cm



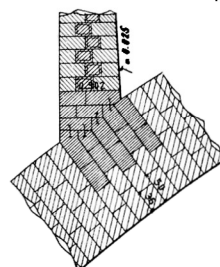
Appareil des bandeaux — 1cm

f_3 — Cerveau

f_4 — Retombées



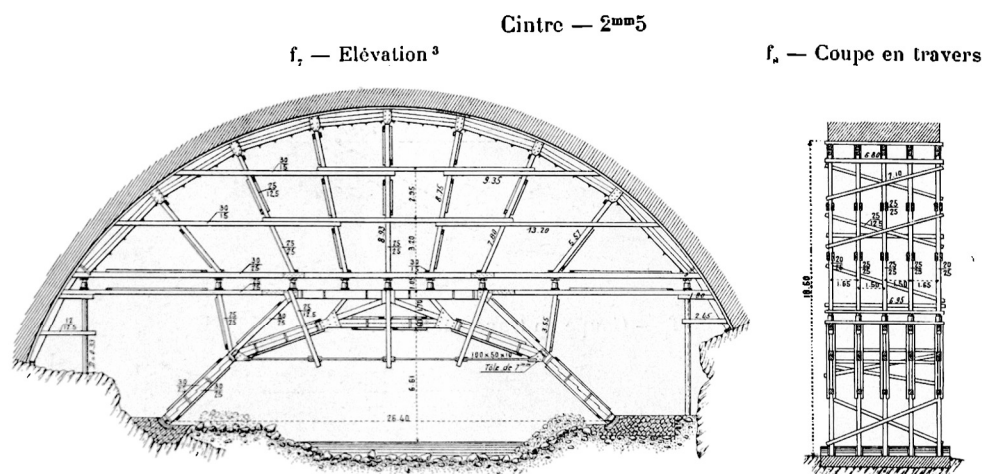
Retombées des piles sur la grande voûte
 f_5 — Coupe en long — 1cm



On a souligné
les queues des voussoirs.

3. Cintre (f , f_1). — L'éventail supérieur est porté par un chevalement retroussé, constitué par deux arbalétriers doubles ; leur écartement est maintenu par un fer cornière de $\frac{100 \times 50}{10}$.

Ils reposent librement à leur about, par l'intermédiaire d'une feuille de plomb de 10^m , sur des sommiers en chêne encastrés dans des appuis maçonnés.



Le cintre était attaché aux berges par des câbles d'acier.

Les boîtes à sable étaient logées dans des caisses en bois remplies de ciment. Cette précaution a été peu efficace : le ciment n'adhère pas au bois et a du retrait. Quelques boîtes étaient gelées au moment du décintrement.

4. Exécution de la grande voûte. — Elle a été construite en deux rouleaux au-dessus du joint à 60° .

A. - 1^{er} Rouleau.

A₁ - Épaisseur :

de 60° à 40°	1 ^m (maxima)
de 40° à 20°	0 ^m 75 (moyenne)
de 20° à la clef.....	0 ^m 50 (minima)

Aux têtes, il ne comportait qu'un seul rang de voussoirs.

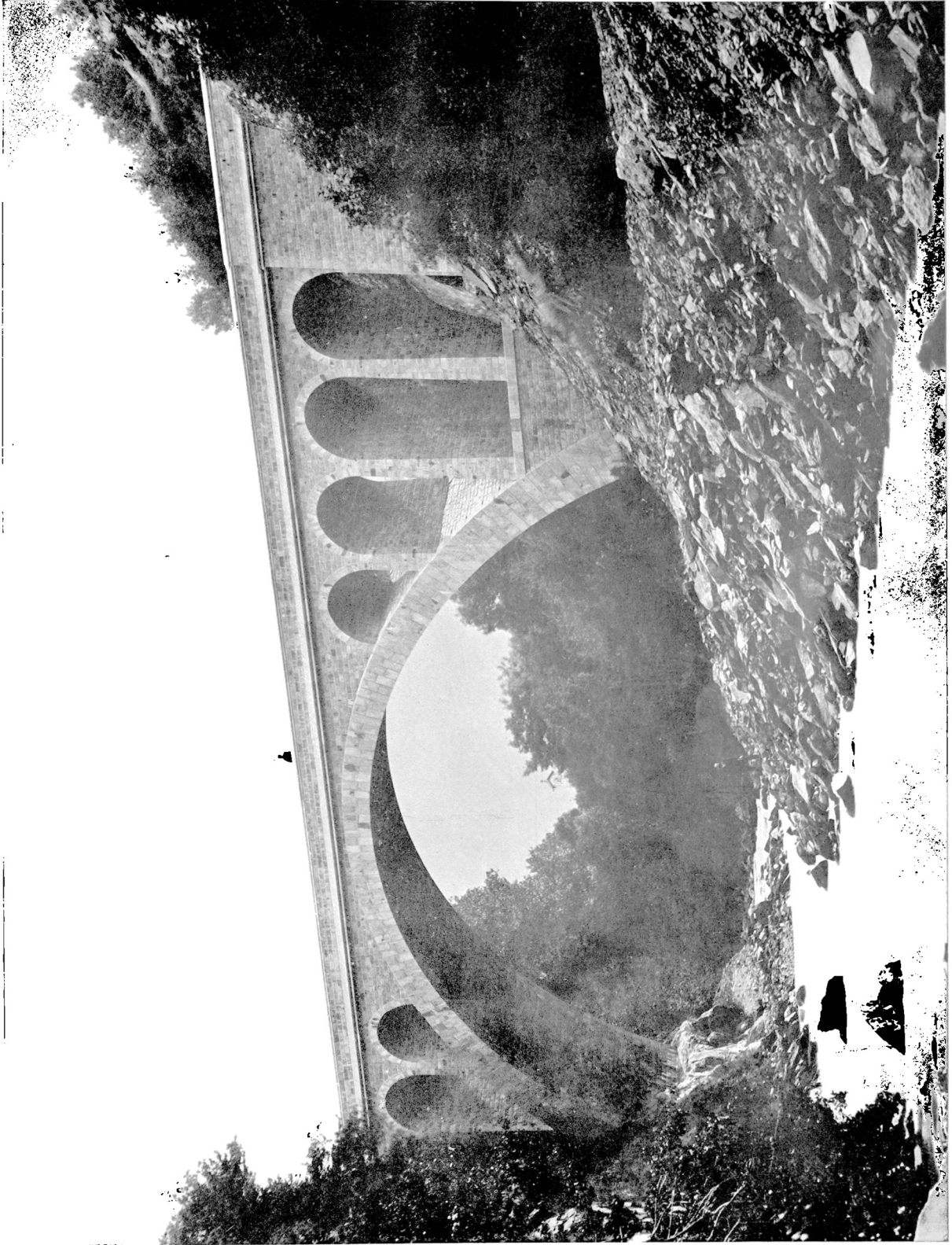
2. — On ne pouvait pas le tendre : à d'autres cintres, j'ai employé plus tard, d'abord des tirants filetés, puis des câbles.

3. — Ce type de cintre a été appliqué depuis à un pont en arc de 35° de portée sur la Vésubie (1894) et, légèrement modifié, à un pont-aqueduc sur l'Hérault, pour le canal de Gignac (arc de $33^\circ 20'$) (1890).

$\hat{A}^1 Fr \geq 40m^3$

PONT DU CASTELET

Φ_1 — aval



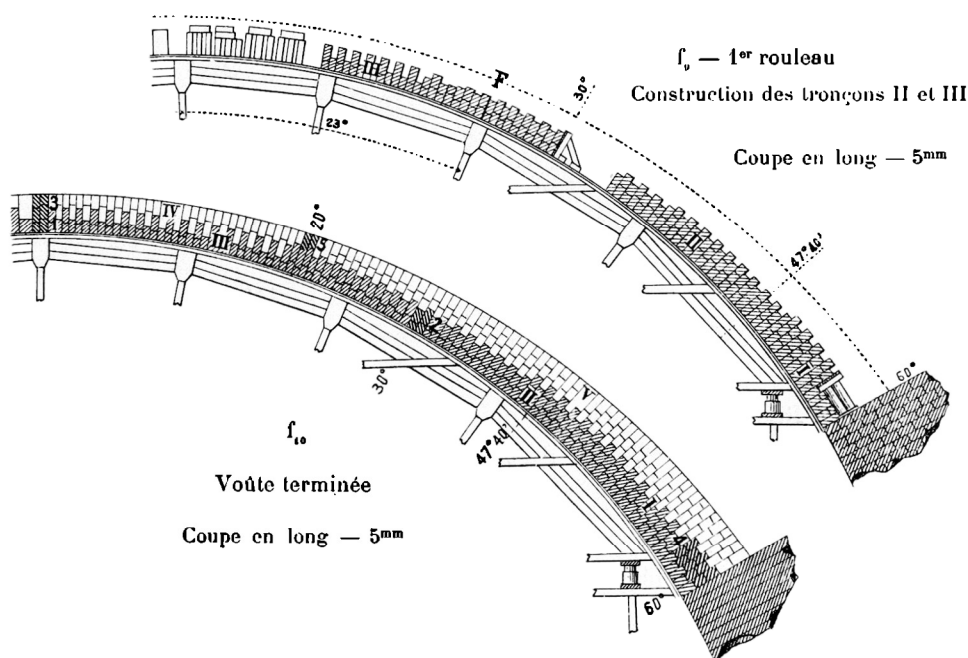
Cliché de M. Terpereau, photographie à Bordeaux.

T. II.

A₂ - Division en tronçons (f_0). — Il a été exécuté en 6 tronçons :

de 60° à 47°40'.....	tronçons I et I'
de 47°40' à 30°.....	tronçons II et II'
de 30° à la clef.....	tronçons III et III'

On posa à sec les trois premiers voussoirs de tête et les cinq premières files de moellons de douelle des tronçons I et I' : à l'intrados, sur bandes de plomb de 50^{mm} de largeur, 12^{mm} (tête) et 15^{mm} (douelle) d'épaisseur ; à l'extrados, sur cales de chêne à la demande des pierres ; derrière, un coffrage en charpente, bourré de sacs de sable, soutenait la maçonnerie supérieure.



A₃ - Ordre d'exécution des tronçons. — On acheva les tronçons I et I', puis on chargea le cerveau de la moitié du poids des tronçons III et III'. On attaqua en même temps les tronçons II, II' et, sur taquets, III et III'.

Quand III et III' arrivèrent à 13° de la clef, il se produisit une fissure de 1/4 de m/m et 14^{cm} de profondeur, sur toute la largeur de l'extrados, en F (f_v), au droit des contrefiches à 23°, parce qu'on n'avait pas ménagé, là, de joint sec.

L'épaisseur n'étant en ces points que de 0^m75, la fissure a pu être très convenablement bourrée.

On clava à la clef, puis à 30°, enfin à 60°, seulement après exécution des tronçons IV et IV' du 2^e rouleau.

B. - 2^e Rouleau. — Il fut exécuté en 4 tronçons :

de 20° à la clef, tronçons IV et IV', clavés à la clef deux jours avant le clavage à 60° du premier rouleau.

de 60° à 20°, tronçons V et V'.

Les 8 clavages furent faits avec du mortier pulvérulent vigoureusement maté.

C. - Tassement, à la clef, du cintre (*surhaussé de 70^{mm}*).

au moment du clavage du 1^{er} rouleau..... 35^{mm}

après le dernier clavage du 1^{er} rouleau..... 53^{mm}

Il n'a plus augmenté pendant la construction du 2^e.

5. Décintrement. — La voûte a été décintrée le 26 janvier 1883 (60 jours d'hiver après le dernier clavage), par un temps couvert et froid.

Voici les tassements observés :

	Côté Tarascon	Côté Ax
à la clef.....	2 ^{mm} 02	
à 11°13'.....	1 ^{mm} 4	1 ^{mm} 6
à 24°10'.....	0 ^{mm} 25	0 ^{mm} 55
à 37°46'.....	— 0 ^{mm} 32	— 0 ^{mm} 15
	(légère tendance au relèvement)	

Entre 24°10' et 37°46', il y aurait un point de l'intrados qui n'a pas bougé.

En supposant les tassements proportionnels à la distance angulaire à la clef, le point mort serait :

côté Tarascon, vers 30°;

côté Ax, vers 35°.

Après décintrement, le cintre (retroussé) s'est relevé à la clef de 18^{mm}5

6. Personnel.

Ingénieurs en chef. — *Projet* : M. Robaglia. — *Exécution* : M. Bauby

Ingénieur ordinaire. — *Projet*⁴ et *Exécution* : M. Séjourné.

Chef de section : M. Anglade.

Sous-chef de section : M. Frœnell.

Entrepreneur : M. Alméras.

4. — La Notice de l'Exposition de 1889, p. 748, donne comme auteur du projet un autre Ingénieur ordinaire.

Son projet consistait en un plein cintre de 30^m de portée, — en petits matériaux calcaires, — avec tympans évidés par 4 pleins cintres de 7^m, — sur cintre fixe fondé sur des massifs de maçonnerie en rivière.

Il a été reconnu inexécutable et, en cours de travaux, on lui a substitué un arc de 41^m, — en granit, à gros appareil, — avec tympans évidés par 7 pleins cintres de 4^m, — sur cintre retroussé.

Le projet primitif et le projet exécuté n'ont rien de commun.

PONT SUR L'AGOÛT, A LAVAU¹R (TARN)

Ligne de Montauban à Castres

1882-1884

$\bar{A}^1 F^1 (\geq 40^m)^4$

Ψ_1^1 — amont



1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — Les fondations en rivière étaient faciles : on a fait une grande voûte, parce qu'au XVIII^e siècle on a construit, à 200^m en amont², un très beau pont d'une seule arche³.

C'est un grand arc à culées perdues dans le tuf. Le sol étanche a permis de fonder sans épaissements.

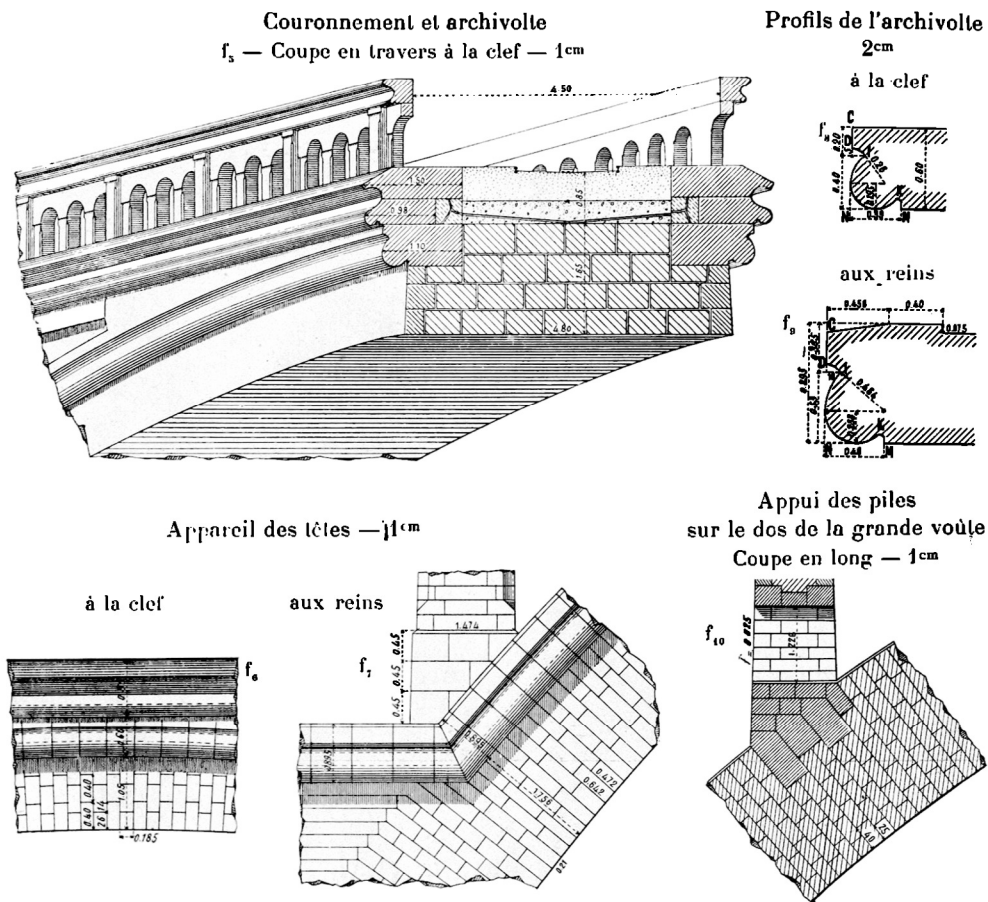
1. — Cliché de M. Terpereau, Photographe à Bordeaux.

2. — Distance entre la tête aval du vieux pont et la tête amont de celui du chemin de fer, qu'a bien voulu relever, sur ma demande, M. Peyre, Sous-Ingénieur à Lavaur.

3. — $E^1 F^1 (\geq 40^m)^2$ — Tome I.

2. Archivolte (Φ_1, f_1 à f_9). — Les bandeaux sont relevés par une archivolte, qui se retourne horizontalement aux reins ⁴.

Dans les éléments droits CN, NM (f_1, f_9), conservés au Pont Antoinette⁵, on a creusé les deux mouchettes I et K, dégagé le tore INK, et obtenu ainsi la belle archivolte des porches romans.



Dans le projet, elle descendait plus bas; les pilastres étaient en moellons équarris.

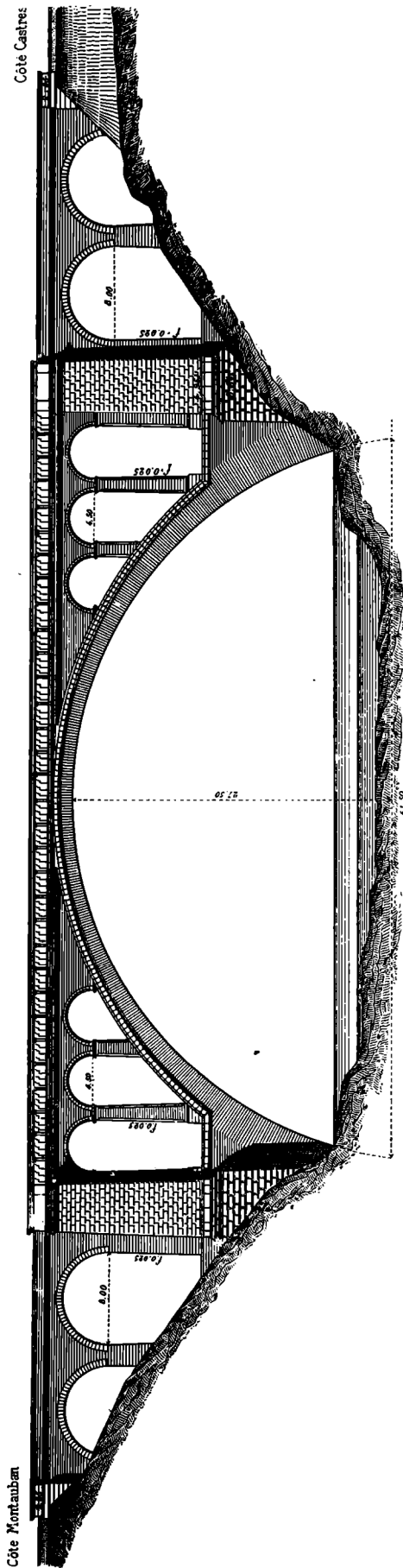
La décision l'approuvant a imposé de relever le retour de l'archivolte, et de revêtir les pilastres en gros appareil à refends et bossages.

L'aspect n'y a point gagné.

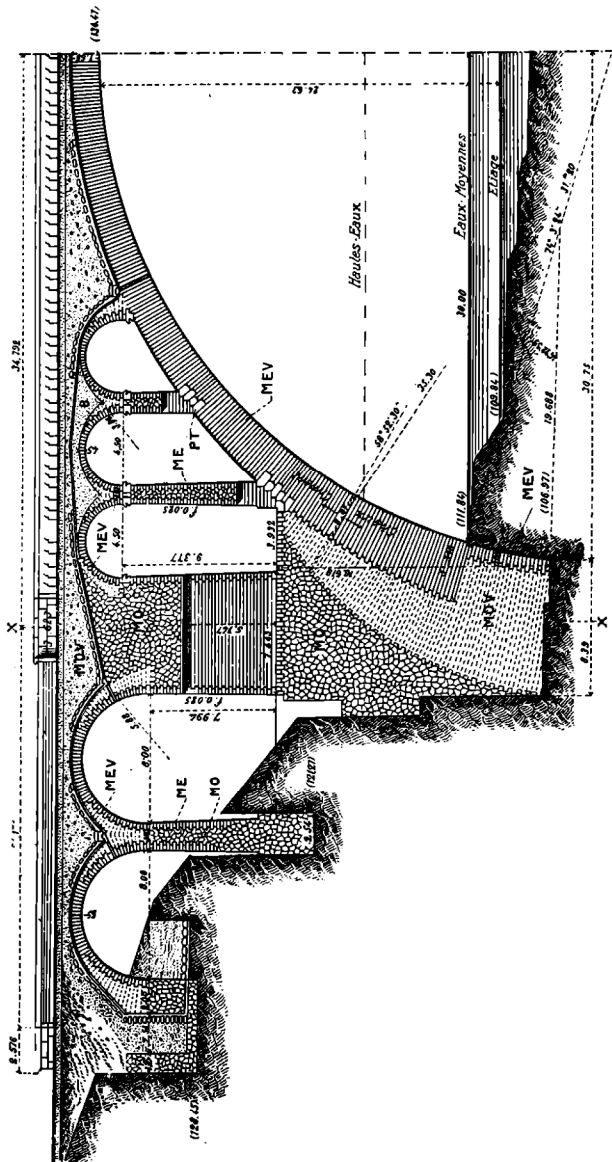
4. — Disposition indiquée :
aux ponts sur le Lot : d'Espalion (ix^e siècle ?), Valentré à Cahors (xiii^e) ;
au porche Nord de la Cathédrale de Cahors, arcatures aveugles sur les reins d'une grande voûte (fin du xii^e).

5. — \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)⁵ — Tome II.

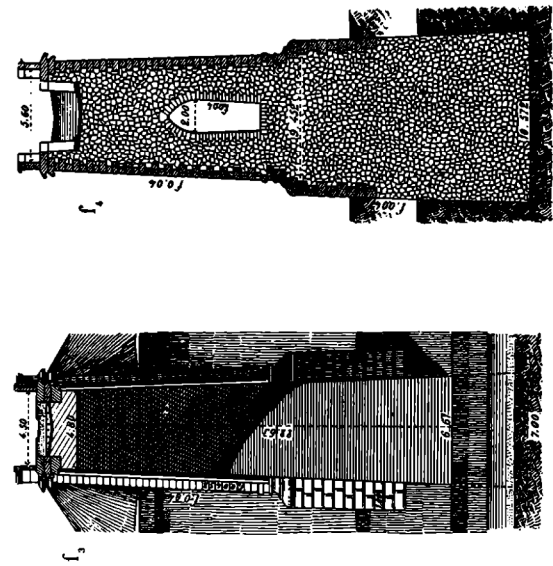
f₁ — Élévation amont — 2mm



Coupes en travers — 2mm⁵
à la clef
sur xx de f₁



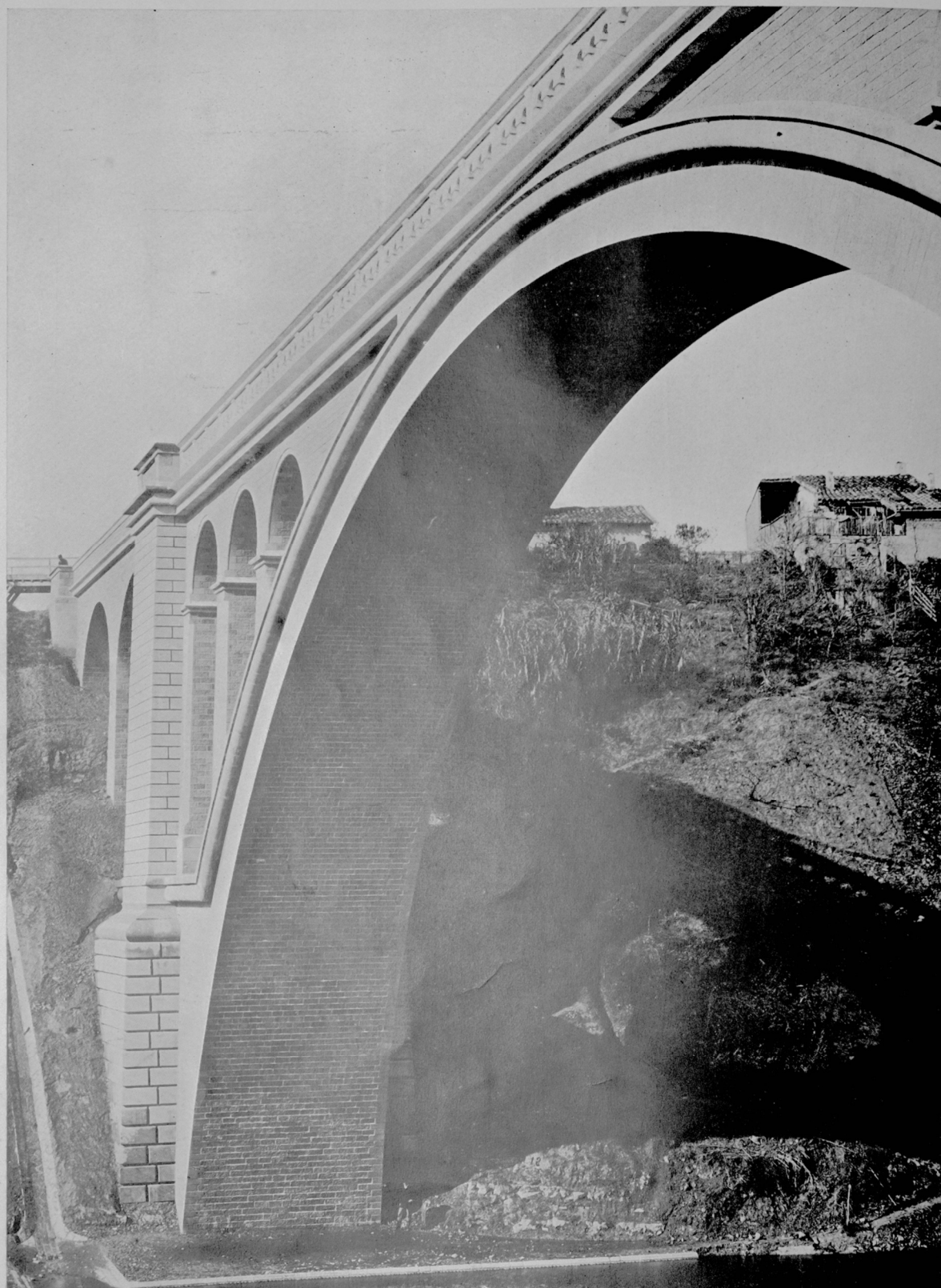
f₂ — Coupe en long — 2mm⁵



$\hat{A}^1 F^r (\geq 40m)/4$

PONT DE LAVAU

Φ_2 — amont 136^{ter}



Cliché de M. Terpercau, photographie à Bordeaux.

Naissances des voûtes
d'évidement — 1^m5

Parapet — 1^m2

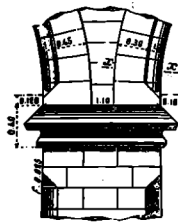
f_{11} — Élévation

f_{14} — Coupe sur yy de f_{13}

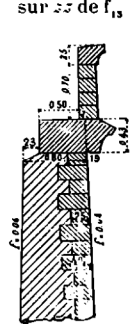
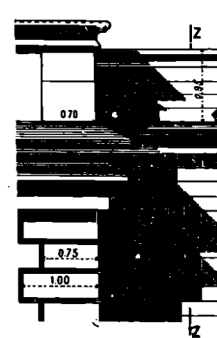
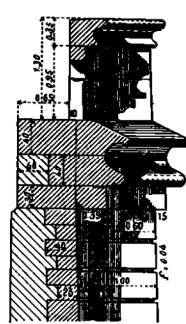
f_{13} — Élévation

f_{15} — Élévation

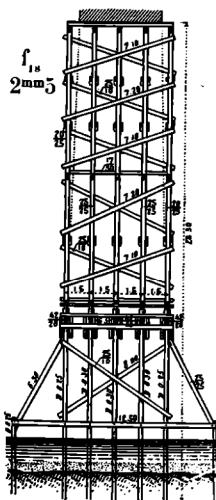
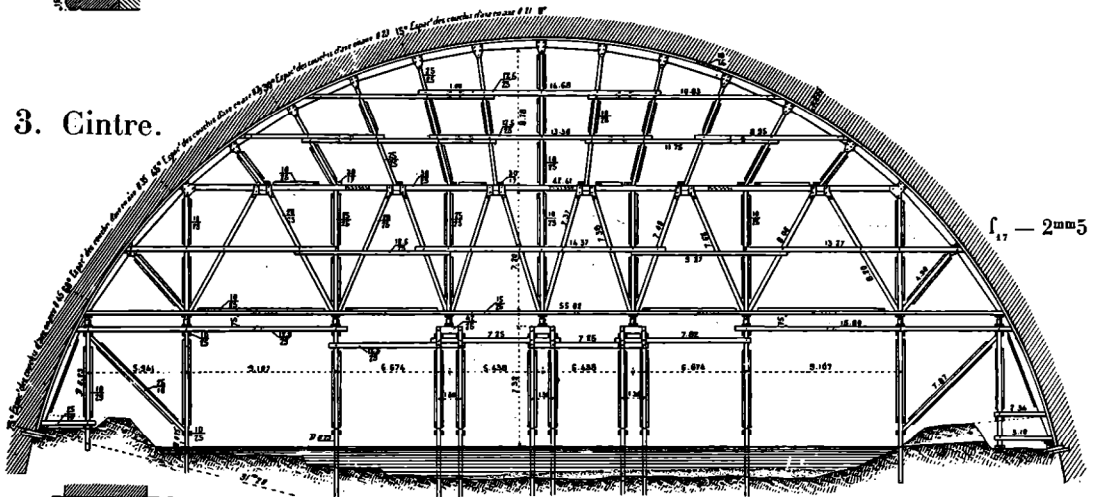
f_{16} — Coupe
sur zz de f_{13}



f_{18} — Coupe
sur xx de f_{11}



3. Cintre.



La rivière coule directement sur le tuf, dans lequel on ne peut enfoncer de pieux de plus de 40^{cm} à 50^{cm} sans l'étoiler ou le soulever.

On y a foré des trous de 1^m50 à 2^m, d'un diamètre supérieur de 5^{cm} à celui des pieux.

Les pieux étaient coupés normalement à leur axe, garantis contre l'écrasement par une feuille de tôle, descendus dans les trous bien purgés, puis battus, et tenus par un coulis de ciment et par des coins en bois.

Le cintre était contreventé par des câbles métalliques attachés aux berges.

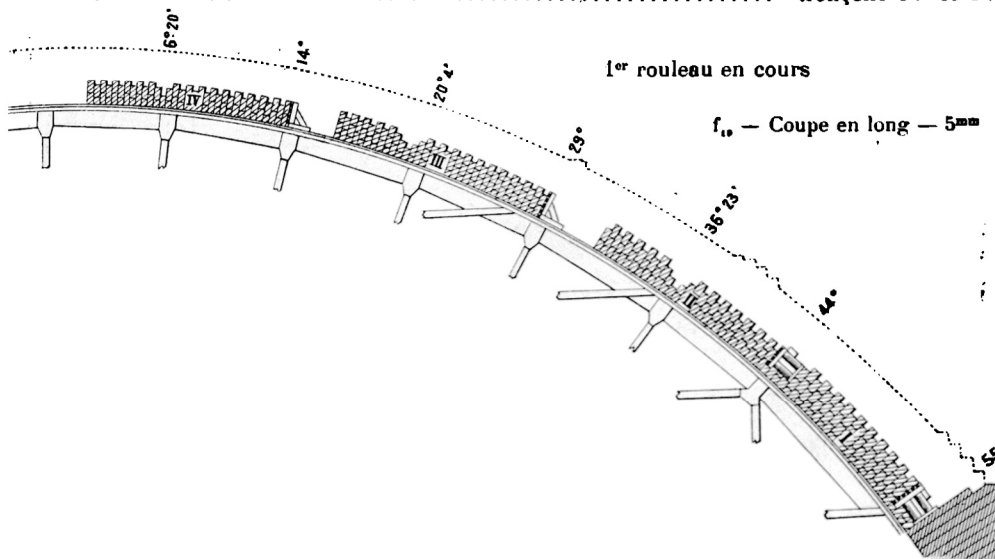


4. Exécution de la grande voûte. — A. - *Division en rouleaux.*
— Elle a été construite en trois rouleaux avec les épaisseurs que voici :

	Limites	1 ^{er} Rouleau		2 ^e Rouleau		3 ^e Rouleau				
		Nombre de moellons en épaisseur par assise	Épaisseur		Nombre de moellons en épaisseur par assise	Épaisseur		Nombre de moellons en épaisseur par assise	Épaisseur	
			maxima	minima		maxima	minima		maxima	minima
Corps de la voûte	55° à 44°	3	1 ^m 04	0 ^m 89	2	0 ^m 70	0 ^m 70	3 et 2	0 ^m 90	0 ^m 90
	44° à 29°	3 et 2	0 ^m 95	0 ^m 80	2 et 1	0 ^m 65	0 ^m 30		0 ^m 84	0 ^m 63
	29° à 14°		0 ^m 85	0 ^m 70					0 ^m 80	0 ^m 60
	14° à la clef	2	0 ^m 75	0 ^m 60			1	0 ^m 55	0 ^m 40	
Bandeaux	de 55° à la clef	2	1 ^m 28 0 ^m 80	1 ^m 11 0 ^m 65	1	0 ^m 64 0 ^m 30	0 ^m 47 0 ^m 25	1	0 ^m 895 0 ^m 60	0 ^m 895 0 ^m 60
	Achèvement du bandeau jusqu'à l'archivolte							Archivolte		

B. - 1^{er} rouleau. — *B₁. Division en tronçons.* — Par des coffrages à 55° et 44°, des taquets à 29° et 14°, on a divisé le 1^{er} rouleau en 8 tronçons :

de 55° à 44°.....	tronçons I et I'
de 44° à 29°.....	tronçons II et II'
de 29° à 14°.....	tronçons III et III'
de 14° à la clef.....	tronçons IV et IV'



B₁. Ordre d'exécution des tronçons. — Pour tenir le cintre aux reins, on construisit d'abord les tronçons I et I'.

Les 4 premiers voussoirs de tête étaient sur cales de 10^{mm} d'épaisseur, la cale inférieure en plomb de 4^{cm} de hauteur, la supérieure en chêne, de 3^{cm} de hauteur.

Les 4 premières files correspondantes de moellons équarris de douelle s'appuyaient : en bas, sur des bandes de plomb de 15^{mm} d'épaisseur et 4^{cm} de largeur ; en haut, sur des coins en chêne à la demande des queues des moellons. Les cales en plomb devant rester dans la maçonnerie étaient élevées par un liteau à 1^{cm} au-dessus du cintre.

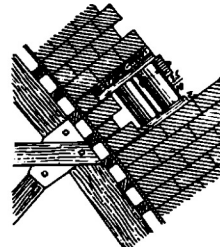
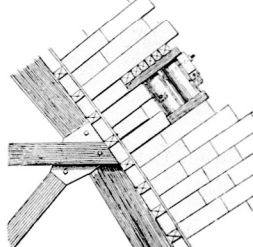
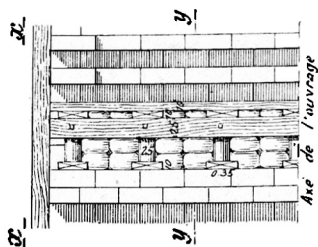
Au-dessus des assises à sec, les tronçons I et I' étaient soutenus par un coffrage en charpente (f_{10} , f_{11} , f_{12}).

Coffrages aux naissances — 12^{mm}5

f_{20} — Vue par dessus

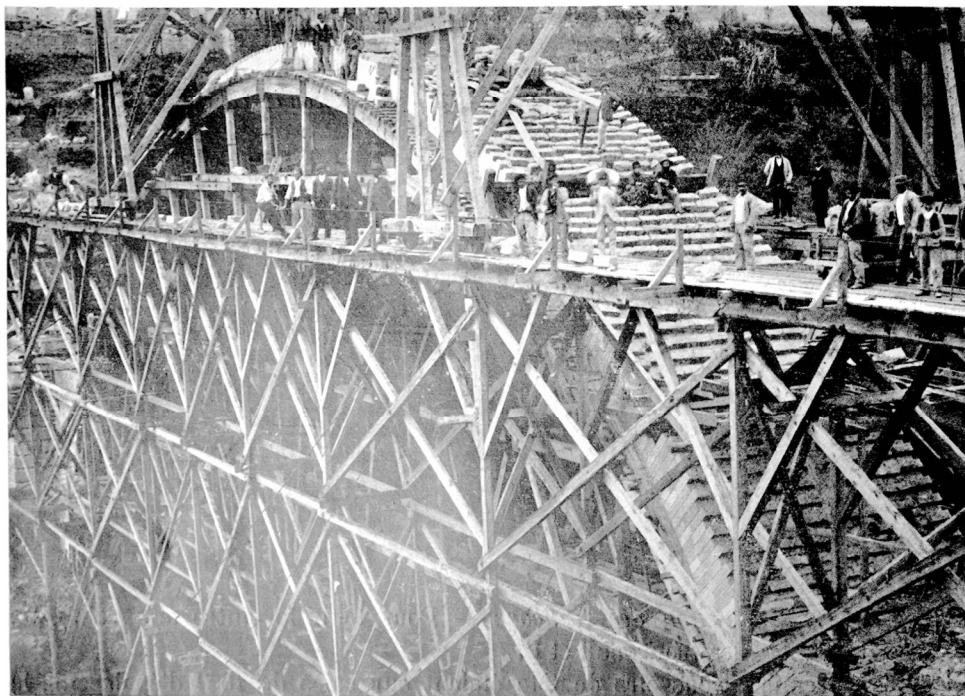
f_{21} — Élévation suivant xx de f_{20}

f_{22} — Coupe en long sur yy de f_{20}



Le cintre, tenu aux reins par les tronçons I et I', a été chargé au cerveau d'environ 50^{mc} de moellons équarris, répartis sur 22° de chaque côté de l'axe; puis on attaqua simultanément les 6 tronçons II, II', - III, III', - IV, IV'.

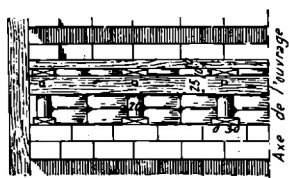
Φ_1^7 — 1^{er} rouleau



Les tronçons II et II' reposent sur des coffrages (f_{21}), comme I et I'; les autres, sur des taquets placés aux lits les plus voisins de 29° et 14° (mais entre ces angles et la clef), se composant de fermes fixées aux vaux, soutenant un platelage de 10^{cm} (f_{31} , f_{32}).

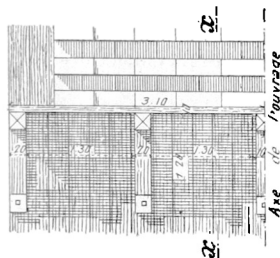
Coffrage à 44° — $12^{mm}5$

f_{21} — Vue par dessus

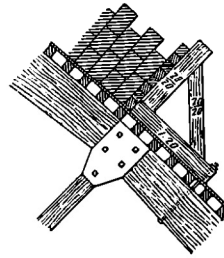


Taquets à 14° et 29° — $12^{mm}5$

f_{31} — Vue par dessus



f_{32} — Coupe sur xx de f_{31}



Enfin, on a posé sur cales de plomb à l'intrados, de chêne à l'extrados, les assises correspondant aux abouts des vaux, c'est-à-dire celles aux angles de :

6° 20' 20° 4' 36° 23'

formées d'un seul moellon, plein sur toutes ses faces.

La voûte était ainsi articulée aux abouts de tous les vaux, points fixes du cintre.

B₁. Clavages. — On clava d'abord la clef, puis successivement, et n'ayant qu'un chantier à la fois de chaque côté :

les assises à sec à 6° 20' ;
les taquets à 14° ;
les assises à sec à 20° 4' ;
les coffrages à 55° ;
ceux à 44° ;
les assises à sec à 36° 23' ;
enfin, les taquets à 29°.

Aux taquets, on a pu enlever les bois en grand ; aux coffrages, on a procédé par chambres de 1^m, en commençant par celles des têtes à 55°, par celle sur l'axe à 44°.

Dans tous ces joints⁸, on a maté au refus du mortier pulvérulent⁹.

Tous les vieux mortiers étaient repiqués, et les moellons sur cales, lavés à grande eau avec une pompe de jardin. Les eaux de lavage s'écoulaient par des ouvertures ménagées dans le platelage du cintre.

C. - 2^e Rouleau. — Il a été divisé en 6 tronçons :

de 55° à 43°.....	tronçons V et V'
de 43° à 18° 17'	tronçons VI et VI'
de 18° 17' à la clef.....	tronçons VII et VII'

Le premier rouleau, fonctionnant comme cintre, a d'abord été chargé aux reins jusqu'à 43°, avant l'attaque simultanée des tronçons VI, VI', VII, VII'.

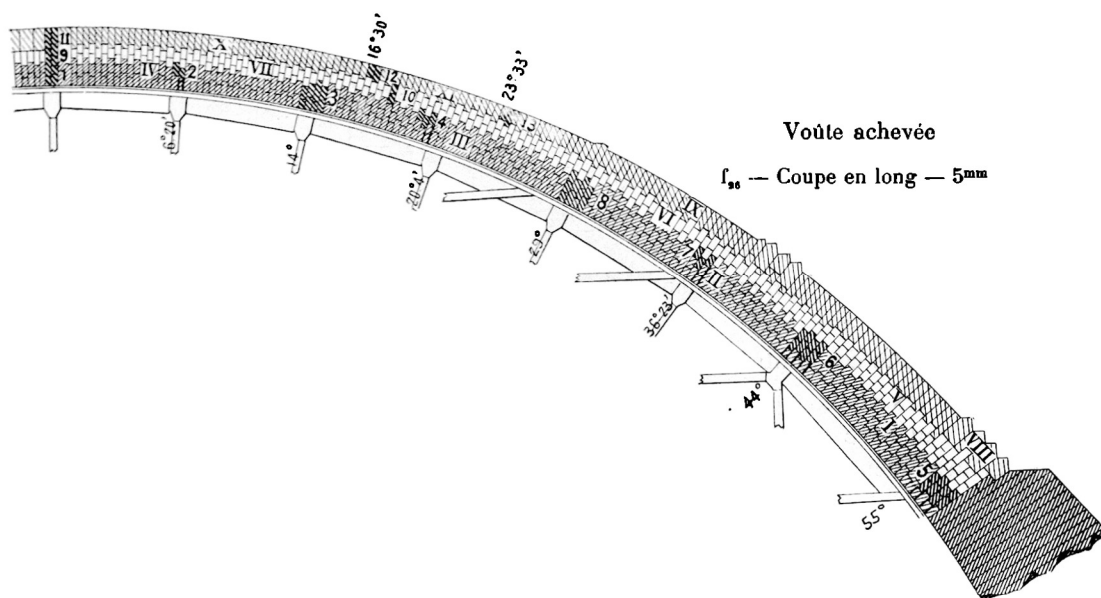
8. — A l'extrados de tous les joints secs, on avait bourré de l'étoupe pour les maintenir propres pendant la construction.

9. — Par sac de 50^{kg} et 77 litres de sable, on mettait en moyenne :
pour du sable sec..... 10 litres à 11 litres d'eau.
pour du sable humide..... 9 litres
Pour du mortier ordinaire, les quantités étaient..... 16 litres, 12 à 13 litres.

D. - 3^e Rouleau. — On devait d'abord l'exécuter comme une voûte ordinaire en deux attaques.

On le commença ainsi le 12 novembre. La mauvaise saison approchant, on fit, à partir du 24 novembre, deux nouvelles attaques, aux angles de $16^{\circ} 30'$.

Du 5 au 12 décembre, interruptions par les gelées; le 9, le thermomètre descend à -12° ; les maçonneries sont protégées par des paillassons, des sacs, des bâches; les joints de l'archivolte, bourrés d'étoupe. On construit des abris contre la neige; on reprend le 12, quand le thermomètre est au-dessus de -1° .



La clef est clavée le 16 décembre.

Les tronçons IX et IX' étant alors seulement aux angles de $25^{\circ} 53'$, on fait deux nouvelles attaques aux angles de $23^{\circ} 38'$: tronçons XI et XI' clavés le 20 décembre.

Le dernier clavage eut lieu, à l'angle de $23^{\circ} 38'$, le 24 décembre.

E. - Tassements, à la clef, du cintre.

Pendant la construction du 1^{er} rouleau :

à la fin du chargement.....
au moment du clavage à la clef.....
total après le dernier clavage.....

Tête amont	Tête aval
5 ^{mm} 4	2 ^{mm}
12 ^{mm}	11 ^{mm}
20 ^{mm} 7	16 ^{mm} 75
moyenne : 18 ^{mm} 7	

Il n'a plus augmenté après.

5. Décintrement. — Le pont a été décintré le 7 mai 1884, 135 jours après le dernier clavage, par un temps clair et chaud.

Φ^{10} État du Pont au décintrement



Voici les tassements observés :

à la clef.....
à 18° 40'.....
à 34° 07'.....
à 43° 30'.....

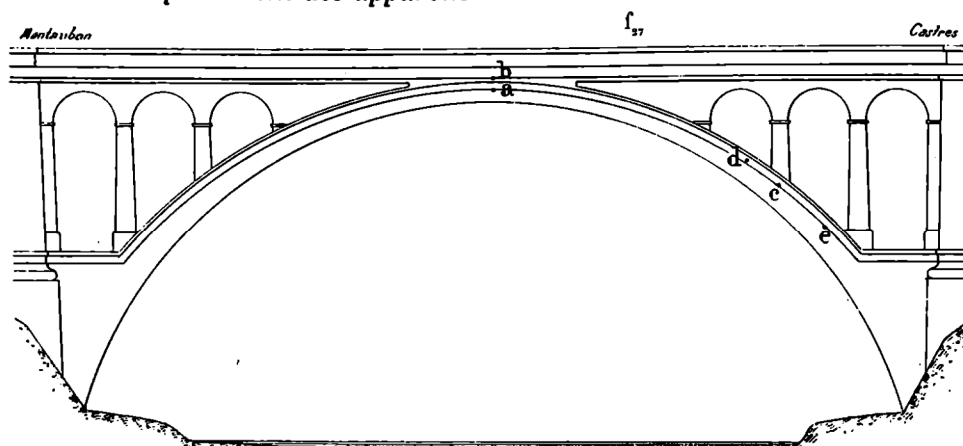
Côté Montauban	Côté Castres
0 ^{mm} 62	
0 ^{mm} 34	0 ^{mm} 34
0 ^{mm} 21	0 ^{mm} 29
0 ^{mm} 15	0 ^{mm} 29

Ces tassements sont des maxima observés à 2 ou 3 descentes après le détachement du cintre. Ils ont ensuite diminué : à la fin du décintrement, il n'y avait plus à la clef que 0^{mm} 49.

6. Mouvements au passage des trains (observations faites en juillet 1899 ¹¹ avec les appareils enregistreurs de M. Rabut).

10. — Cliché de M. Gendre, Photographe à Toulouse.

11. — par M. M. Lannusse, aujourd'hui Ingénieur des Ponts et Chaussées et Chausse, Conducteur principal.

A. - Emplacement des appareils.*B. - Mouvements observés.*

Dates	Mouvements verticaux en dixièmes de millimètres aux points de f_{27}								Train		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>d</i>		<i>e</i>		Direction (f_{27})	Voyageurs V ou Marchandises M	Poids de la machine en tonnes
			↓	↑	↓	↑	↓	↑			
Juillet 1899											
16	4.2	5.0	»	»	»	»	»	»	→	M	37.5
	5.0	»	»	»	»	»	»	»	←	V	40
17	6.2	5.0	»	»	»	»	»	»	→	V	39.5
	7.1	»	2.0	0.2	2.2	0.4	»	»	←	V	39.5
	5.0	»	1.0	»	1.0	0.6	»	»	→	M	37.5
	6.1	»	0.5	»	1.8	»	»	»	←	M	37.5
	5.0	»	»	0.2	2.0	2.0	»	»	→	V	40
	4.8	»	2.0	»	»	»	0.2	1.2	→	M	37.5
	6.5	»	1.2	»	»	»	0.1	»	←	V	40
	5.7	»	1.2	0.7	»	»	0.5	»	→	V	39.5
18	4.5	»	1.5	»	»	»	0.3	»	→	M	37.5
	6.0	»	1.2	0.3	»	»	0.6	»	←	V	39.5
	»	»	0.2	0.2	»	»	»	»	←	M	37.5
	2.5	»	1.6	0.4	»	»	0.9	»	→	V	39.5

7. Personnel.Ingénieurs en chef. — *Projet* : M. Robaglia. — *Exécution* : M. Bauby.Ingénieur ordinaire. — *Projet*¹² et *Exécution* : M. Séjourné.

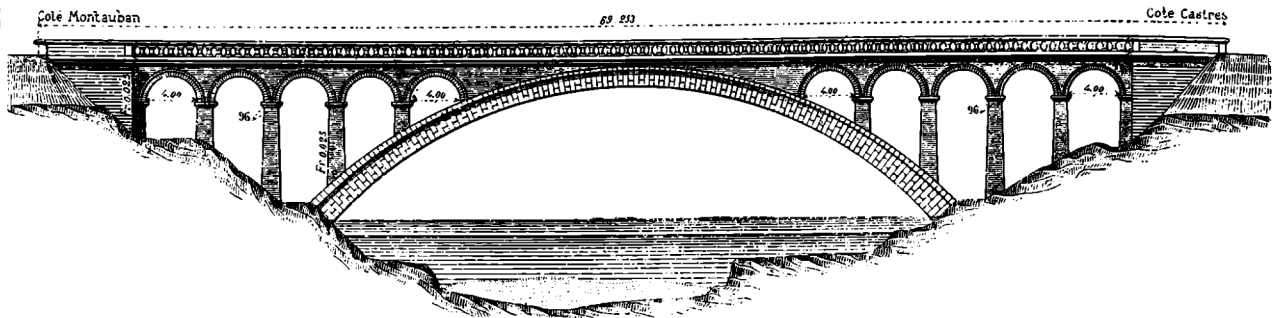
Chef de section : M. Camp, Conducteur des Ponts et Chaussées.

Conducteur adjoint : M. Borrel.

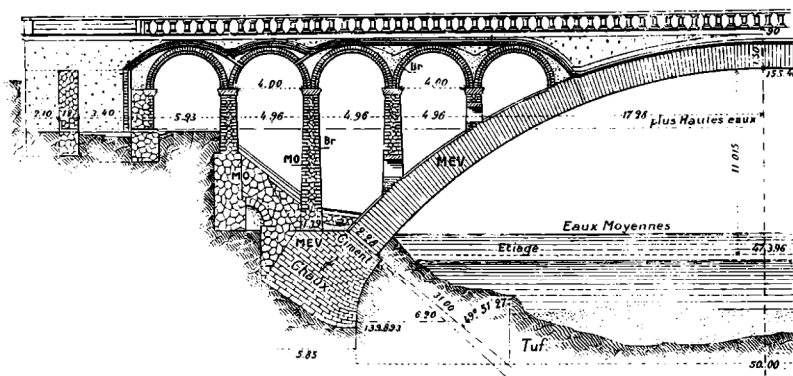
Entrepreneur : M. Rémès.

12. — Dans la Notice de l'Exposition de 1889, il est dit page 735, que le projet a été dressé d'après des études faites antérieurement.
C'est tout-à-fait inexact.

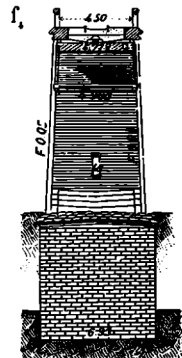
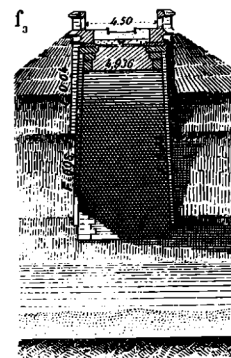
f₁ — Élévation aval — 2mm



f₂ — Coupe en long, côté rive droite — 2mm5

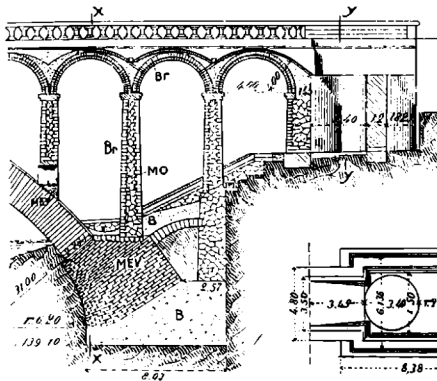


Coupes en travers — 2mm5
à la clef sur xx de f₂

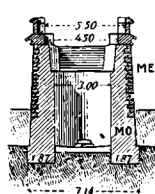


Culée rive gauche — 2mm5

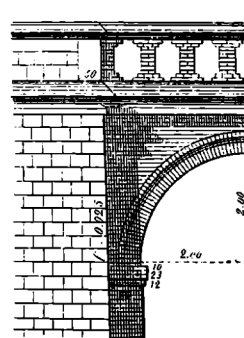
f₃ — Coupe en long



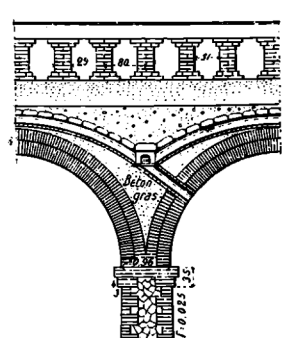
f₄ — Coupe en travers
sur yy de f₃



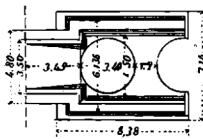
Couronnement
f₁₁ — Élévation — 8mm



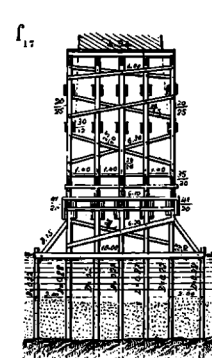
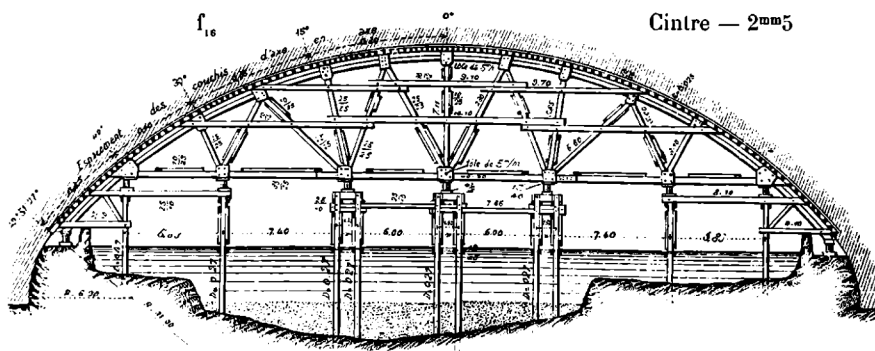
Voûtes d'évidement
f₁₅ — Coupe en long — 8mm



f₇ — Coupe
horizontale
sous la plinthe



Cintre — 2mm5



PONT ANTOINETTE SUR L'AGOÛT (TARN)

Ligne de Montauban à Castres¹.

1883--1884

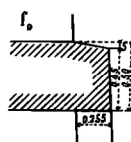
$$\mathbf{A}^1 \text{ Fr } (\geq 40\text{m})5$$

1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — Pour fonder en rivière, il aurait fallu descendre à 8^m sous l'eau.

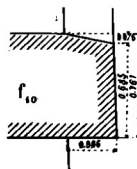
Les berges sont imperméables; on y a fondé, sans épuisements, les culées perdues d'une grande voûte.

2. Archivolte (f_i à f_{ii}). — Les bandeaux sont relevés par une archivolte qui s'enfonce dans le sol avec l'arc.

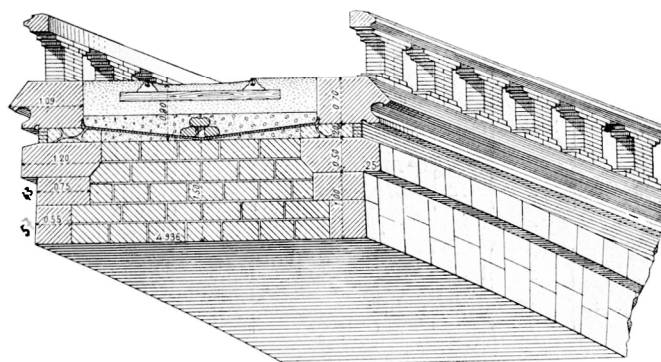
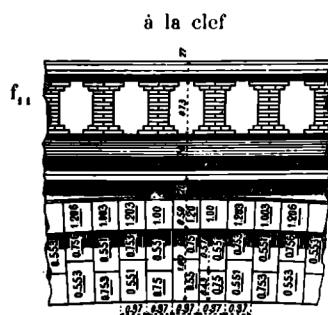
Profils de
l'archivolte — 2cm
à la clef



aux retombées

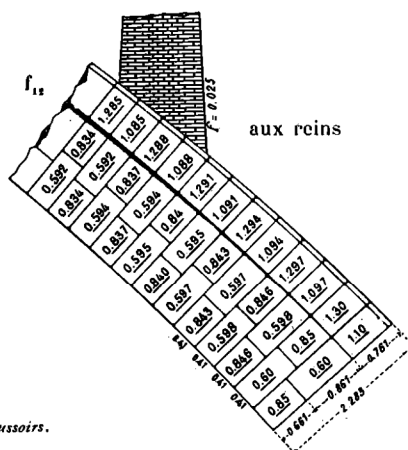


Couronnement et archivolt
f₈ — Coupe en travers à la clef — 1^{cm}

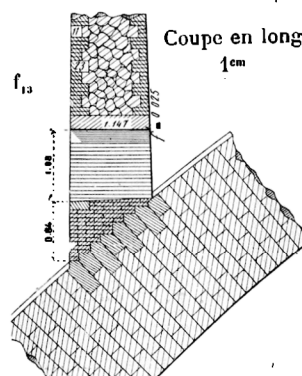
Appareil des têtes — 1^{cm}

On a souligné les queues des voussoirs.

Diagram illustrating the corner reinforcement (aux reins) for a wall section. The corner is defined by a radius $f = 0.025$. The reinforcement is shown as a diagonal line with a slope of f_{12} . The reinforcement area is labeled $aux\ reins$.



Appui des piles
sur le dos de la grande voûte



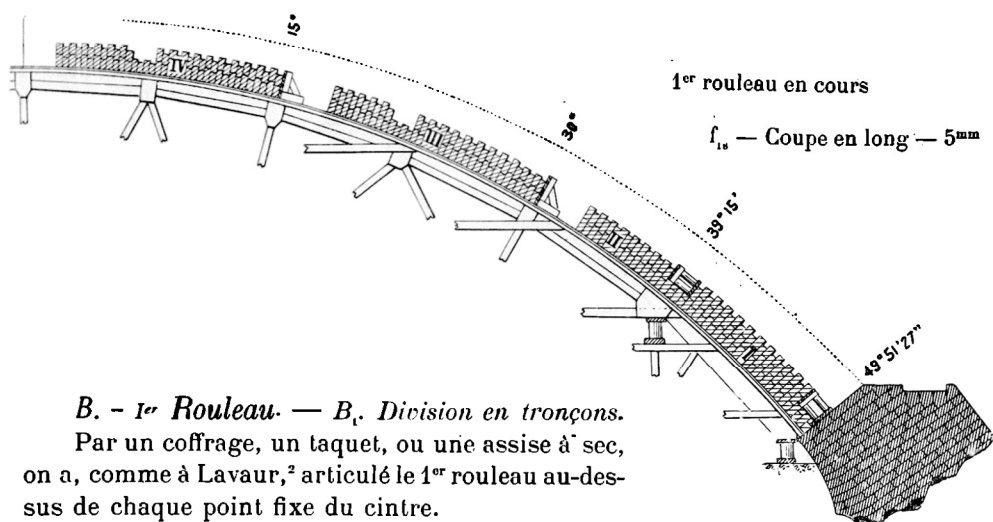
1. — Entre les stations de Vielmur et Semalens, à 1^{re} 450 de Semalens.

3. *Cintre.* — *Appui des palées.* — Le tuf était recouvert de gravier menu très mobile qui n'aurait pas tenu les pieux : comme à Lavaur,² on y a foré des trous de 1^m50 à 2^m, et on y a descendu les pieux coupés normalement à leur axe, et garantis contre l'écrasement par une feuille de tôle. On les tenait par un coulis de ciment et, au besoin, par des coins.

4. *Culées.* — A la culée Castres, on a rencontré une poche de glaise ; on l'a remplie de béton de ciment, dont les assises supérieures ont été damées par couches normales à la courbe de pression.

5. *Exécution de la grande voûte.* — *A. - Division en rouleaux.* — Elle a été construite en trois rouleaux ayant les épaisseurs que voici :

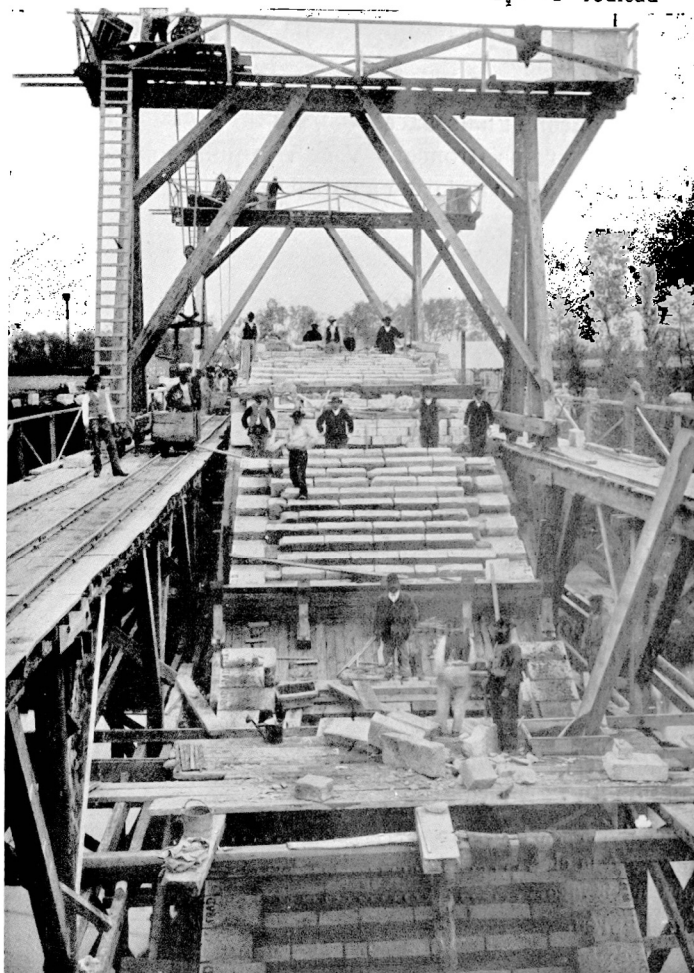
1 ^{er} Rouleau				2 ^e Rouleau				3 ^e Rouleau			
Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur		Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur		Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur	
		max.	min.			max.	min.			max.	min.
1 ^o Corps de la voûte en moellons équarris											
de 49°51'27" à 40°	3 et 2	1 ^m 02	1 ^m 00	de 49°51'27" à 40°	2 et 1	0 ^m 66	0 ^m 62	de 49°51'27" à la	2 et 1	0 ^m 61	0 ^m 50
de 40° à 14°	2	0 ^m 79	0 ^m 76	de 40° à 28°	2 et 1	0 ^m 63	0 ^m 53	clef			
de 14° à la clef	2	0 ^m 72	0 ^m 67	de 28° à la clef	1	0 ^m 43	0 ^m 35	clef			
2 ^o Bandeaux en pierre de taille											
de 49°51'27" à 30°	2	1 ^m 52	1 ^m 19	de 49°51'27" à 30°	»	»	»	de 49°51'27" à la	1	0 ^m 77	0 ^m 50
de 30° à la clef	1	0 ^m 595	0 ^m 50	de 30° à la clef	1	0 ^m 59	0 ^m 50	clef			



B. - 1^{er} Rouleau. — *B. Division en tronçons.*

Par un coffrage, un taquet, ou une assise à sec, on a, comme à Lavaur,² articulé le 1^{er} rouleau au-dessus de chaque point fixe du cintre.

Φ_1 — 1^{er} rouleau



On a établi :
aux angles de
49°51'27'' (nais-
sances) et 39°15',
des coffrages,
comme à La-
vaur³ aux an-
gles de 55° et
44° ;

à ceux de 30°
et 15°, des ta-
quets, comme
à Lavour³ aux
angles de 13° et
29° ;

les faces des
taquets et cof-
frages étant tou-
jours placées
entre l'about du
vau et la clef.

On n'a pas
bourré le vide
de sacs de sa-
ble, comme on
l'avait fait à La-
vaur³ et au Cas-
telet⁴.

Le premier rouleau a été ainsi divisé en 8 tronçons :

de 49°51'27'' à 39°15'.....	tronçons I et I'
de 39°15' à 30°.....	tronçons II et II'
de 30° à 15°.....	tronçons III et III'
de 15° à la clef.....	tronçons IV et IV'

Les deux pierres de taille du bandeau et les 4 files de moellons de douelle correspondant aux coffrages étaient posées sur cales, comme à Lavour.³

B. Ordre d'exécution des tronçons. — Comme à Lavour,³ on a construit les tronçons I et I', chargé le cintre sur 25° de chaque côté de la clef, puis attaqué simultanément les 6 tronçons II, II', III, III', IV, IV', en ménageant des assises à sec sur cales au droit des abouts des vau.

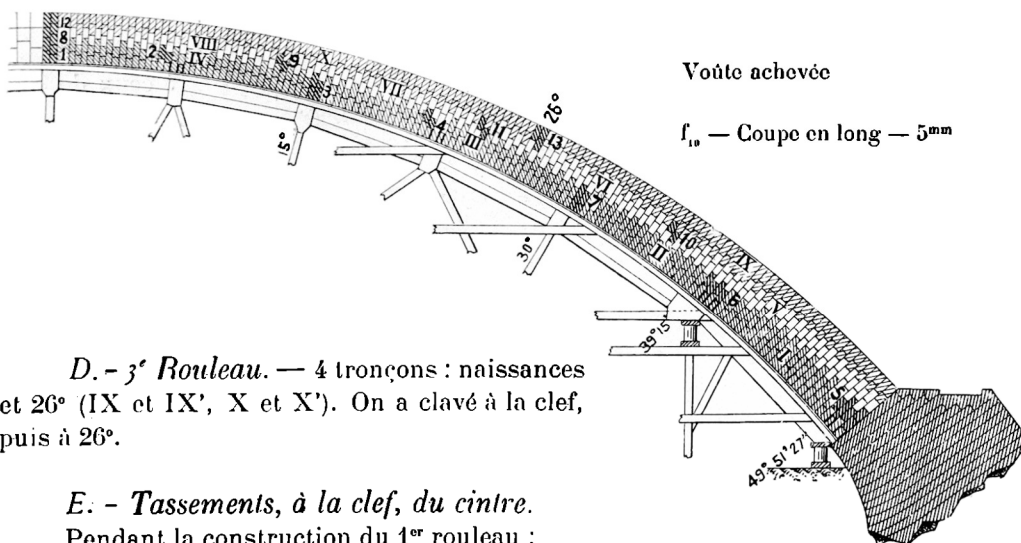
3. — \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)⁴ — Tome II.

4. — \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)³ — Tome II.

B₃. Clavages. — On a tout clavé en même temps au-dessus de 30° , puis, successivement, en partant des naissances pour terminer à 30° . Mêmes précautions qu'à Lavour⁵ pour le matage des joints.⁶

C. - 2^e Rouleau. — 8 tronçons : naissances, 35° , 23° , 10° .

On a d'abord maçonné aux reins (tronçons V et V') ; puis on a attaqué en même temps VI et VI', VII et VII'. On a clavé à partir de la clef jusqu'à 15° , puis à partir des naissances.



D. - 3^e Rouleau. — 4 tronçons : naissances et 26° (IX et IX', X et X'). On a clavé à la clef, puis à 26° .

E. - Tassements, à la clef, du cintre.

Pendant la construction du 1^{er} rouleau :

à la fin du chargement.....	4 ^{mm} 5
au moment du clavage à la clef.....	11 ^{mm}
Total après le dernier clavage.....	13 ^{mm}

Il n'a plus augmenté après.

6. Décintrement. — La voûte a été décintrée le 10 septembre 1884, 99 jours après le dernier clavage, par un temps clair et chaud.

Voici les tassements observés :

	Côté Montauban	Côté Castres
à la clef.....	0 ^{mm} 60	
à 16°	0 ^{mm} 51	0 ^{mm} 05
à 32°	0 ^{mm} 50	0 ^{mm} 10
à 42°	0 ^{mm} 29	0 ^{mm} 01
Culée.....	0 ^{mm} 03	

Ces tassements sont des maxima observés à 2 ou 3 descentes après le détachement du cintre. Ils ont ensuite diminué : à la fin du décintrement, il n'y avait plus à la clef que 0^{mm}44.

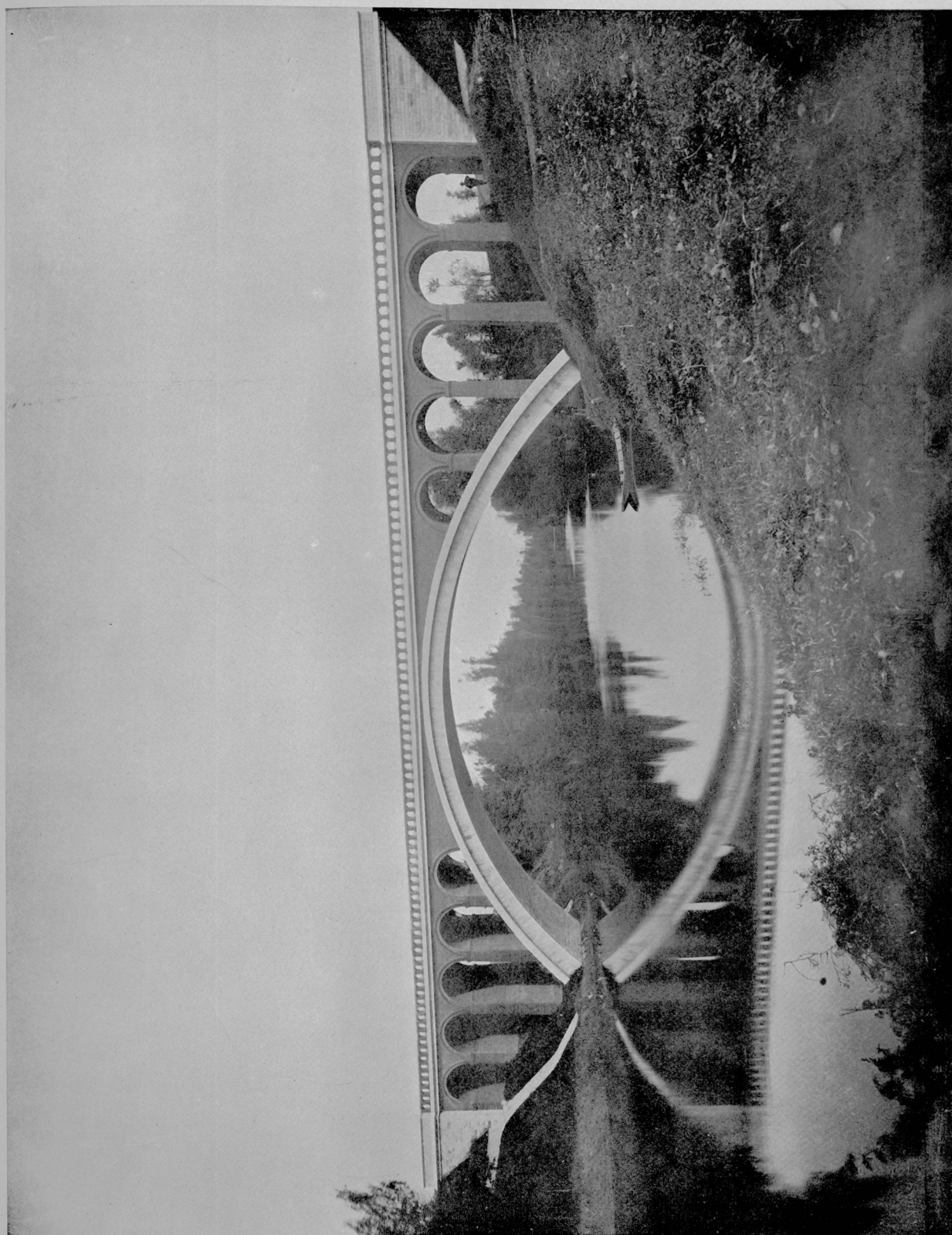
5. — \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)⁴ — Tome II.

6. — Au pont Antoinette, les moellons des clavages étaient trop pleins pour la facilité du matage.

$\hat{A}^1 F^r \triangleright 40m, \bar{5}$

PONT ANTOINETTE

Φ_1 — aval

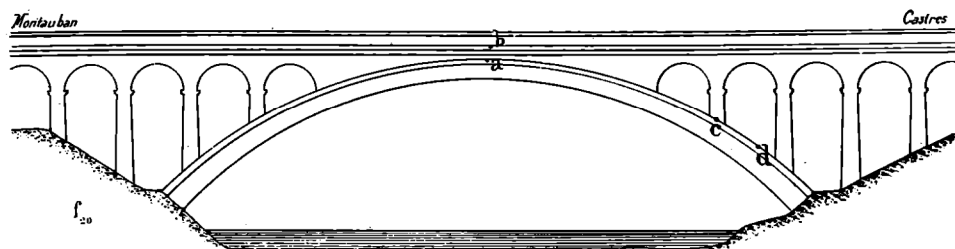


Cliché de M. Terpereau, photographie à Bordeaux.

T. II.

7. Mouvements au passage des trains (observations faites en juin 1899⁷ avec les appareils enregistreurs de M. Rabut).

A. - Emplacement des appareils.



B. - Mouvements observés.

Dates — Juin 1899	Mouvements verticaux en dixièmes de millimètres aux points de f_{20} :						Train			Nombre de Wagons	Vitesse normale en kilomètres à l'heure
	a ↓	b ↓	c ↓ ↑		d ↓ ↑		Direction (f_{20})	Voyag. V. ou March. M.	Poids de la machine en tonnes		
29											
2 ^h 50 s.	4.8	»	»	»	»	»	→	V	40 ^r	10	65 ^{km}
3 ^h s.	4.5	»	»	»	»	»	→	M	37	49	22
6 ^h 6 s.	6.	»	»	»	»	»	←	V	40	10	65
30											
9 ^h 50 m.	4.6	2.0	»	»	»	»	→	V	40	10	65
10 ^h 50 m.	5.5	3.5	»	»	»	»	←	M	38	32	25
11 ^h 25 m.	6.3	2.3	»	»	»	»	←	V	40	9	65
2 ^h 50 s.	»	»	2.0	1.0	1.5	1.2	→	V	40	10	65
3 ^h s.	5.8	»	1.6	2.0	1.5	1.5	→	M	38	47	22
4 ^h 30 s.	4.8	»	1.0	0.5	1.5	1.3	→	M	38	40	23
6 ^h 6 s.	3.5	»	3.0	1.2	2.2	0.8	←	V	40	14	65

C. - Observations sur les graphiques tracés par les appareils.

1° - La clef (a) baisse brusquement, proportionnellement à la surcharge.

2° - La plinthe (b) baisse moins que la voûte.

3° - Aux reins (c et d), côté Castres, la voûte s'abaisse lorsque le train arrive de Castres et se relève lorsqu'il arrive de Montauban.

4° - Les vibrations sont presque nulles à la clef et aussi sous les piles (c), lorsque le train arrive de Montauban.

5° - Elles sont sensibles en (d) entre les piles et aussi en (c) sous les piles, lorsque le train arrive de Castres.

7. — Par MM. Lannusse, aujourd'hui Ingénieur des Ponts et Chaussées, et Chausse, Conducteur principal.

8. Personnel.

Ingénieurs en chef. — *Projet* : M. Robaglia. — *Exécution* : M. Bauby.

Ingénieur ordinaire. — *Projet*^s et *Exécution* : M. Séjourné.

Chef de section : M. Anglade.

Sous-chef de section : M. Frœnell.

Entrepreneur : M. Naboudet.

8. — Les dessins du Pont Antoinette ont été donnés dans la Collection des dessins remis aux Elèves de l'Ecole des Ponts et Chaussées, 4^e Série, section C, pl. 17. La légende explicative (tome 3, 5^e fascicule, 22^e livraison, 1888, p. 685 à 703) est extraite du Mémoire de M. Séjourné, inséré aux Annales des Ponts et Chaussées d'octobre 1886.

A la page 703 de cette légende, à la page 741 de la Notice de l'Exposition de 1889, il est dit que le projet « est sensiblement conforme au type antérieurement étudié » par un autre Ingénieur.

C'est tout à fait inexact.

PONTS
DU CASTELET, DE LAVAU, ANTOINETTE

A¹ Fr (≥ 40m)³

A¹ Fr (≥ 40m)⁴

A¹ Fr (≥ 40m)⁵

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

ET

PRIX DE REVIENT

RAPPROCHÉS EN

TABLEAUX COMPARATIFS

Tableaux

- I Ponts de service et installations. — *Quantités. — Dépenses.*
- II Cintres. — *Prix de revient total.*
- III Cintres. — *Cube de bois. — Poids de fer. — Prix de revient à l'unité.*
- IV Exécution des grandes voûtes. — *Renseignements autres que les prix de revient.*
- V Prix de revient du mètre cube de grande voûte (y compris seulement les dépenses d'exécution, fournitures de pierre et de ciment, main d'œuvre, coffrages, liteaux des joints, lames de plomb des assises à sec, etc.... mais non compris le cintre, le pont de service et toutes installations).
- VI Prix de revient des ouvrages.

		PONTS						
		du Castelet	de Lavaur	Antoinette				
<i>Pont de service.</i>								
Cube de bois C'		154 ^m 22	212 ^m 94	96 ^m 22				
Poids de fer.....		2276 ^k 60	2823 ^k 70	1187 ^k				
Dépenses d_1		12200 ^f	13300 ^f	6100 ^f				
Surface d'élévation S		969 ^m 37	1449 ^m	591 ^m				
Cube total des maçonneries	de la grande voûte Q_1	615 ^m 62	666 ^m 83	530 ^m 41				
	du pont achevé Q_2 (maçonneries à mortier, béton).....	1547 ^m 28	6618 ^m 67	2403 ^m				
Cube de bois	{	par mq d'élévation $\frac{C'}{S}$	0 ^m 16	0 ^m 15	0 ^m 163			
		{	de la grande voûte $\frac{C'}{Q_1}$	0 ^m 25	0 ^m 31	0 ^m 181		
	{		de maçonnerie	du pont achevé $\frac{C'}{Q_2}$	0 ^m 10	0 ^m 032	0 ^m 04	
		Dépense	{	par mc. de bois du pont de service $\frac{d_1}{C'}$	79 ^m 11	62 ^m 46	63 ^m 40	
{	par mq. d'élévation $\frac{d_1}{S}$			12 ^m 58	9 ^m 18	10 ^m 32		
	{		de la grande voûte $\frac{d_1}{Q_1}$	19 ^m 84	19 ^m 94	11 ^m 48		
{			de maçonnerie	du pont achevé $\frac{d_1}{Q_2}$	7 ^m 88	2 ^m 01	2 ^m 54	
	<i>Installations. — Dépenses.</i>							
Grues, treuils, voies, plans inclinés, etc. d_2		5000 ^f	7400 ^f	4500 ^f				
<i>Pont de service, et installations (ensemble).</i>								
Dépense	{	totale $D' = d_1 + d_2$	17200 ^f	20700 ^f	10600 ^f			
		par mq d'élévation $\frac{D'}{S}$	17 ^m 74	14 ^m 28	17 ^m 94			
		{	de la grande voûte $\frac{D'}{Q_1}$	27 ^m 94	31 ^m 04	19 ^m 98		
			{	de maçonnerie	du pont achevé $\frac{D'}{Q_2}$	11 ^m 12	3 ^m 12	4 ^m 41
<i>Main d'œuvre par m. c. de bois des ponts de service.</i>								
Dépense	{	Préparation.....	5 ^m 54	4 ^m 54	8 ^m 54			
		Transport à 3 ^e 5.....	3 ^m 62	"	"			
		Montage.....	21 ^m 19	35 ^m 75	11 ^m 73	20 ^m 61	11 ^m 44	23 ^m 06
		Démontage, etc.....	3 ^m 70	3 ^m 36	1 ^m 98			
		Outils et faux frais.....	1 ^m 70	0 ^m 98	1 ^m 10			
Temps	{	Préparation.....	8 ^m 18 ^m	7 ^m 50 ^m	14 ^m 49 ^m			
		Transport à 3 ^e 5.....	3 ^m 34 ^m	"	"			
		Montage.....	32 ^m 5 ^m	50 ^m 56 ^m	20 ^m 43 ^m	36 ^m 23 ^m	23 ^m 52 ^m	44 ^m 26 ^m
		Démontage.....	6 ^m 59 ^m	7 ^m 50 ^m	6 ^m 25 ^m			

II. — Cintres. — Prix de revient total.

	PONTS		
	du Castelet	de Lavaur	Antoinette
<i>Main-d'œuvre.</i>			
<i>Fondation - Pieux (outils et faux-frais compris).</i>			
Forage des trous.....	3600'	8820'40	14180'50
Battage dans les trous forés, y compris préparation, dressage des abouts inférieurs, armature de ces abouts par une feuille de tôle, mise en place.....		13000'	16500'
Nettoyage des trous et cimentage au scaphandre..		3903'25	2143'80
Enlèvement ou recépage.....		276'35	175'70
		Maçonnerie de moellons ordinaires acément, aux retombées des arbalétriers de la partie retroussée (fourniture comprise) et divers	
<i>Bois équarris.</i>			
<i>Au-dessous de la tête des pieux :</i>			
Taille et mise en place (vaux, contrefiches, contre- ventements inférieurs).....		2004'35	554'75
Démontage et enlèvement des bois.....		350'05	69'25
Outils et faux frais (environ 1/20').....		145'60	31'19
		pour 50 ^m 76	
			pour 27 ^m 293
<i>Au-dessus de la tête des pieux :</i>			
Préparation et taille.....	2986'05	1763'45	1474'49
Transport, de l'épure au lieu d'emploi (chargement et déchargement).....	495'60	»	»
Montage (y compris la pose du platelage, et, pour le Pont du Castelet, la rivure des tirants).....	2789'40	2609'45	1364'40
Démontage et enlèvement des bois.....	984'80	897'60	339'00
Outils et faux-frais (environ 1/20').....	362'79	229'50	166'92
		5500'	3344'81
		pour 228 ^m 51	pour 131 ^m 56
<i>Ensemble.....</i>			
		8000'	4000'
		pour 285 ^m 27	pour 158 ^m 853
<i>Fournitures (les matériaux restant, après emploi, la propriété de l'entrepreneur).</i>			
<i>Bois (rendus sur les chantiers, déchets compris)</i>			
Sapin pour pieux. — Bois équarris.....	10090'80	12066'49	7825'72
Fers. - Zinc (pour assemblage). - Plomb (de 1 ^c , sur les sommiers).....	17494'89	15966'76	10579'70
	7404'09	3900'27	2753'98
<i>Divers.</i>			
Câbles de contreventement (pieux d'amarrage, achat, transport, pose et dépose). — Boîtes à sable (calfa- tage et remplissage).....	1286'47	1033'24	1220'30
<i>Prix de revient total.....</i>	30000'	38000'	32300'

III. — Cintres. — Cube de bois. — Poids de fer. — Prix de revient à l'unité.

		PONTS						
		du	de		Antoinette			
		Castelet	Lavour					
Ouverture.....		41°20	61°50		50°00			
Fruit des tympans.....		0,033	0,04		0,04			
Longueur de la génératrice	à la clef.....	6°276	4°80		4°936			
	d'intrados.....	7°016	6°048		5°818			
Nombre de fermes.....		5	5		5			
* Voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7. A								
Épaisseur d'une ferme	de rive.....	20°	20°		20°			
	intermédiaire.....	25°	25°		25°			
Cube de bois (pieux compris)	d'une ferme		de rive.....		23°647			
			intermédiaire.....		28°548			
	de toutes les fermes C_1	161°931	233°99		132°938			
	des pièces communes (plattelage, contreventements, couchis) C_2	45°308	90°62		53°615			
	total du cintre $C' = C_1 + C_2$	207°239	324°61		186°553			
	par mq de douelle $K_1 = \frac{C'}{S}$	0°556	0°657		0°592			
	par mc. de vide sous le cintre $K_2 = \frac{C'}{C_2}$	»	0,043		0,053			
	Rapport $\frac{C_2}{C'}$	0,22	0,28		0,29			
	Le cube C' se décompose en		78		70			
	pieux { nombre ..	»	39°34		27°70			
Poids de fer	bois équarris.....	»	285°27		158°853			
	total P	14759°	11246°		7803°			
	par mq de douelle $p_1 = \frac{P}{S}$	39°60	22°765		24°78			
	par mc. de vide sous le cintre $p_2 = \frac{P}{C_2}$	»	1,507		2,20			
Dépense réelle (tout compris)	par mc. de bois $\frac{P}{C'}$	71°21	34°64		39°805			
	totale.....	30000°	38000°		32300°			
	au mq. de douelle $\frac{D}{S}$	80°50	76°92		102°54			
Bois équarris seuls (non compris les pieux)	au mc. de bois $\frac{D}{C'}$	144°76	117°06		173°14			
	Cube.....	207°239	285°27		158°853			
	Dépense { fers compris....	123°11	83°49		85°49			
		au mc. { fers non compris	69°82		68°15			
Pour 1 ^{re} de bois équarri :		sur tout le cintre	au-dessous de la tête des pieux	au-dessus de la tête des pieux	sur tout le cintre	au-dessous de la tête des pieux	au-dessus de la tête des pieux	sur tout le cintre
(Préparation et taille, bardage, montage, démon- tage, enlèvement des bois, outils, faux-frais).								
Temps employé.....		56°18°	74°37°	40°07°	46°57°	43°41°	49°35°	48°32°
Prix de revient.....		36°76	44°05	24°06	28°04	24°	25°43	25°17

IV. — Exécution des grandes voûtes.

Renseignements autres que les prix de revient.

PONTS		Dates		Cube de maçonnerie exécuté par journée de 10 heures de travail effectif			1 ^{re} de maçonnerie de voûte a exigé :			Le service d'un maçon a exigé un nombre de manœu- vres (m) de :
				Cube maxi- mum	Cube moyen exécuté		Heures de		Poids de ciment	
		du commen- cement	de la fin		par l'en- semble des maçons	par maçon	ma- çons	ma- nœu- vres		
		1882								
du Castelet au-dessus de 60°	1 ^{er} rouleau	10 - X	5 - XI							
	2° —	28 - X	28 - XI							
	Ensemble et moyenne	»	»		10 ^m 87	1 ^m 18	8 ^h 27 ^m	15 ^h 21 ^m	152 ^k	1 ^m 8
		1883								
de Lavour au-dessus de 55°	1 ^{er} rouleau	10 - IX	8 - X	32 ^m 6	18 ^m 6	0 ^m 97				
	2° —	9 - X	12 - XI	13 ^m 5	7 ^m 07	0 ^m 81				
	3° —	13 - XI	24 - XII	14 ^m 6	7 ^m 12	0 ^m 62				
	Ensemble et moyenne	»	»	»	8 ^m 13	0 ^m 77	12 ^h 57 ^m	24 ^h 30 ^m	169 ^k	1 ^m 9
		1884								
Antoinette au-dessus de 49° 51' 27"	1 ^{er} rouleau	25 - III	3 - V	24 ^m 4	10 ^m 8	0 ^m 91				
	2° —	29 - IV	13 - V	22 ^m 45	17 ^m 02	0 ^m 92				
	3° —	13 - V	3 - VI	14 ^m 2	11 ^m 2	1 ^m 03				
	Ensemble et moyenne	»	»	»	11 ^m 92	0 ^m 95	10 ^h 32 ^m	13 ^h 08 ^m	106 ^k	1 ^m 25

V. — Prix de revient du mètre cube de grande voûte.

(y compris seulement les dépenses d'exécution, fournitures de pierre et de ciment, main-d'œuvre, coffrages, liteaux des joints, lames de plomb des assises à sec, etc..., mais non compris le cintre, le pont de service et toutes installations).

		PONTES		
		du Castelet	de Lavar	Antoinette
		615 ^m 62 66500'	666 ^m 83 75000'	530 ^m 41 63400'
Main- d'œuvre	Exécution de la maçonnerie.....	5'99	7'13	6'30
	Fabrication et bardage du mortier ¹	1'75	2'30	1'65
	Bardage du moellon et de la pierre de taille.....	4'40	5'43	3'79
	Outils et faux-frais (1/20 ^e).....	0'60	0'74	0'58
Fournitures <i>(y compris 1/20^e pour outils et faux-frais pour la pierre)</i>	Ciment artificiel Vicat n° 1.....	16'13	16'07	10'04
	Sable.....	1'17	0'91	0'33
	Pierre de taille de grand et petit appareil.....	24'37	28'27	21'60
	Moellons équarris.....	32'12	24'61	49'15
Divers <i>(payés sur la somme à valoir)</i>	Parements vus.....	10'43	10'36	17'23
	Plus-value pour taille de moellons équarris, en voûtes.....	2'49	3'57	»
	Maçonnerie régularisant les fouilles. Plomb, liteaux.....	1'31 1'56	» 2'06	» 0'92
	Taquets et coffrages, taille et pose des assises à sec.....	1'45	4'47	1'25
		Gargouilles, calfatage des joints de l'extrados, chapes, rejointoiements	4'98	5'77
		Divers.....	1'57	0'92
Prix de revient total du mc. de grande voûte :		108'02	112'47	119'53
1. — La fabrication d'un mc. de mortier a coûté.....		4'86	4'77	6'63
VI. — Prix de revient des ouvrages.				
Installations et pont de service.....		17200'	20700'	10600'
Dispositif de mines.....		15400'	»	»
Fouilles et fondations.....		38100'	79300'	33800'
Grande voûte	Cintre.....	30000'	38000'	32600'
	Partie correspondant au bandeau (Castelet), à l'archivolte (Lavar et Antoinette).....	58000'	75000'	63400'
	Culées.....	»	94000'	»
Viaduc d'élégissement.....		29600'	111900'	50400'
Plinthes et parapets (y compris flutuation de la pierre tendre).....		14900'	46000'	21000'
Surveillants et divers.....		3800'	20100'	12200'
Total.....		207000'	485000'	224000'

PONT DE WÄLDLITOBEL

SUR LE RAVIN DE KLÖSTERLE (AUTRICHE, -Vorarlberg)

*Chemin de fer de l'Arlberg*¹

1883-1884

\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) G



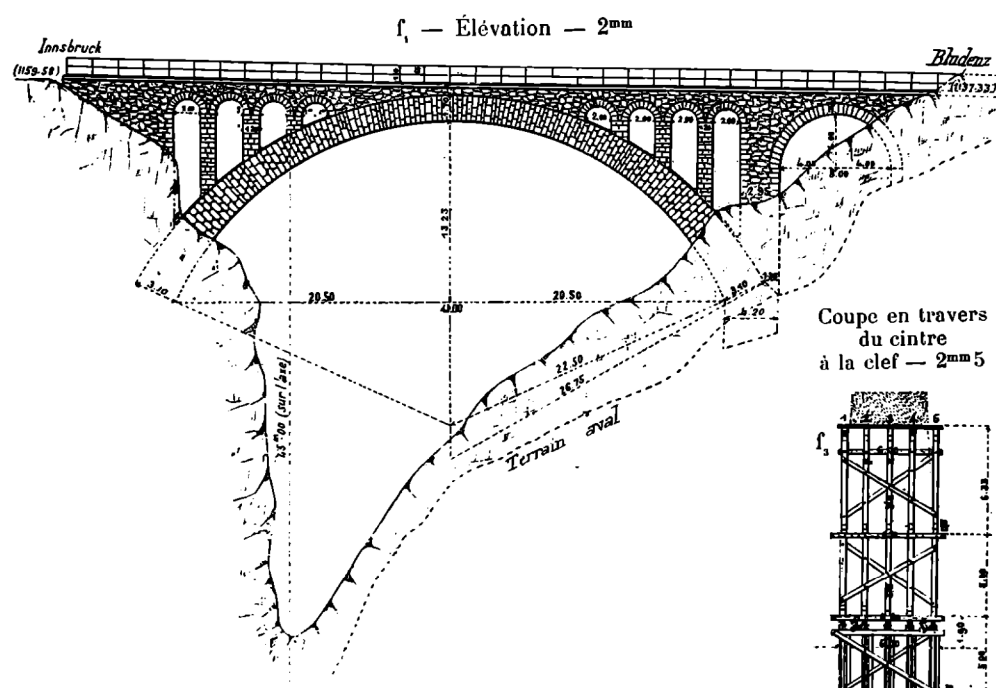
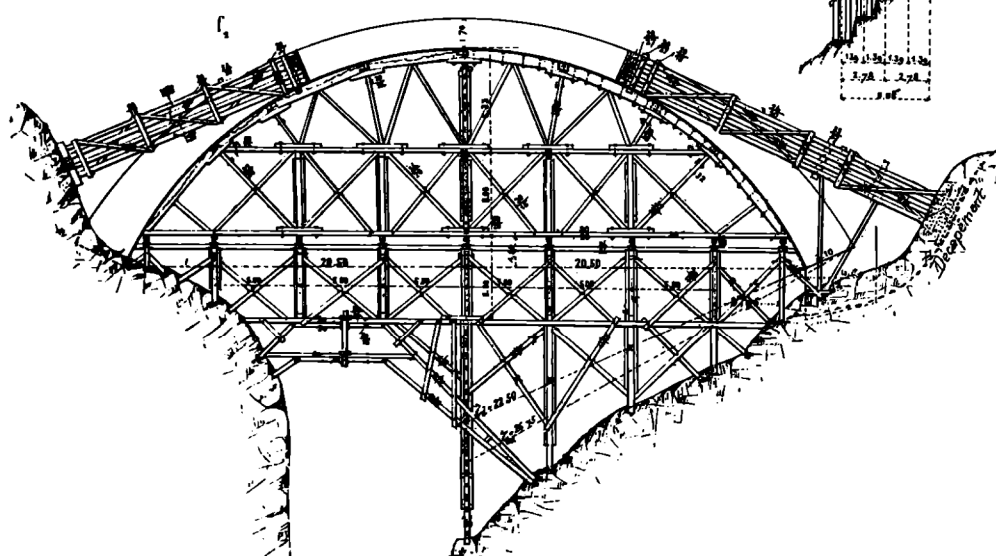
1. Cintre (f_1 , f_2). — Les vaux sont en deux pièces assemblées en dents de scie et boulonnées.

Les poteaux de l'étage inférieur sont en bois rond de 0^m30 ; tout le reste est en bois équarri.

2. Exécution de la grande voûte. — On l'a attaquée, sur toute son épaisseur, en 4 points, aux culées et au cerveau, en soutenant les maçonneries par des étais en bois appuyés sur les berges (f_1).

1. — Dans la montée de Bludenz au souterrain de l'Arlberg, à 2⁵ environ en deçà de l'entrée, près de la halte de Klösterle.

2. — Cliché de MM. Würthle et fils, Photographes à Salzbourg (Autriche).

Cintre — Appuis des tronçons du cerveau — 2^{mm} 5

3. Quantités et dépenses (S'').

	Quantités	Dépenses ³	
		à l'unité (rabais déduit)	totales
Fouilles (déblais, épuisements).....	1400 ^{mc}	3'69	5.176'19
Béton	4 ^{mc}	21'62	86'51
Maçonnerie {	80 ^{mc}	17'91	1.433'46
	de moellons bruts.....	780 ^{mc}	20'75
	de voûte.....	755 ^{mc}	31'68
de pierre de taille.....	29 ^{mc}	82'01	2.378'53
Plus-value pour la maçonnerie de la grande voûte.....	630 ^{mc}	33'56	21.145'30
Rejointoiements.....	405 ^{mq}	3'27	1.327'48
Chapes.....	280 ^{mq}	7'21	2.019'08
Gargouilles.....	165 ^k	0'54	90'14
Garde-corps.....	135 ^m	6'15	830'48
Cintres.....	»	»	12.739'88
Divers.....	»	»	6.087'89
Total.....			93.428'85

4. Personnel (S₁), — Direction générale des Chemins de fer de l'État autrichien, à Vienne.

Entrepreneurs : MM. Casagrande et E. Benuzzi.

3. — Le décompte était en florins (1 florin = 2'4691).

SOURCES :

S₁. — Pièces que m'a gracieusement communiquées la Direction des Chemins de fer de l'État.

S'₁. — Dessins.

S''₁. — Décompte.

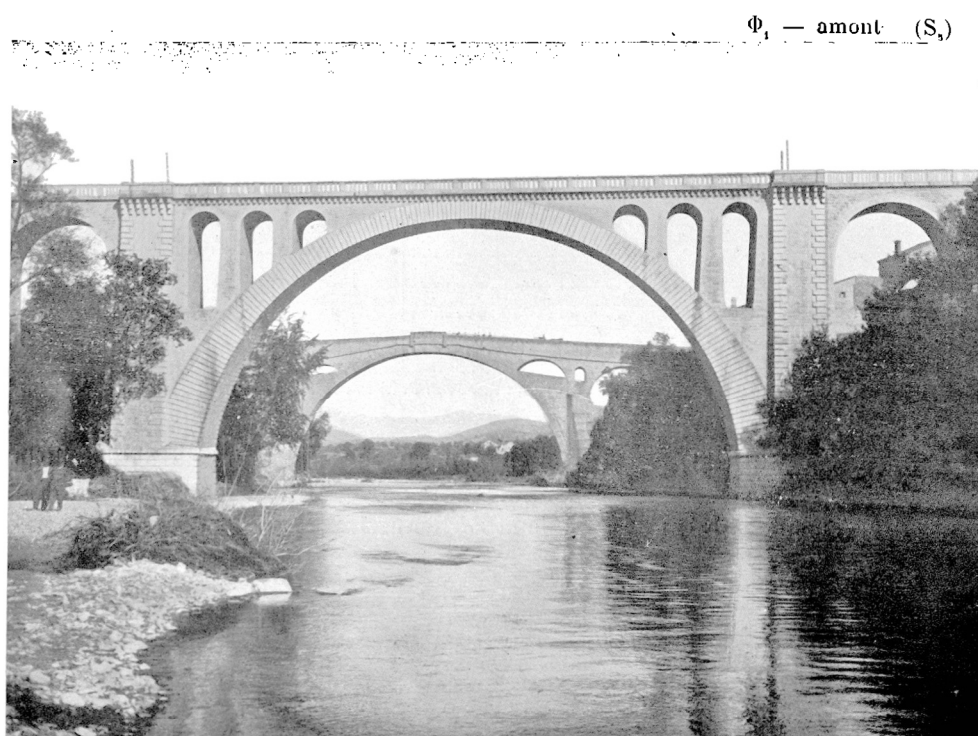
S₂. — Dr Robert Schönhöfer : « *Die Haupt-, Neben- und Hilfsgerüste im Brückenbau* », Berlin, 1911, Wilhelm Ernst und Sohn, - p. 62 à 64.

PONT SUR LE TECH, A CÉRET (PYRÉNÉES-ORIENTALES)

Ligne d'Elne à Arles-sur-Tech

1883-1885

A¹ Fr $\geq 40^m$ ⁷



1. Pourquoi on a fait une grande arche. — Parce que les fondations dans le lit étaient chères ; parce que le sol des berges est incompressible ; peut-être aussi, parce qu'il y avait, tout près, un pont du XIV^e siècle, qui a une arche de 45^m 45^l.

2. Aspect. — L'arc, très peu surbaissé, se raccorde mal avec des piédroits trop bas.

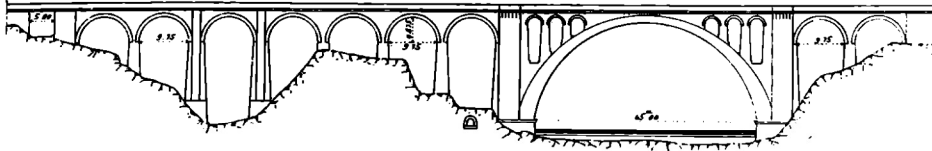
Le bandeau croît trop de la clef aux reins.

Les piles des voûtes d'évidement sur la grande voûte sont trop épaisses, et ont trop de fruit.

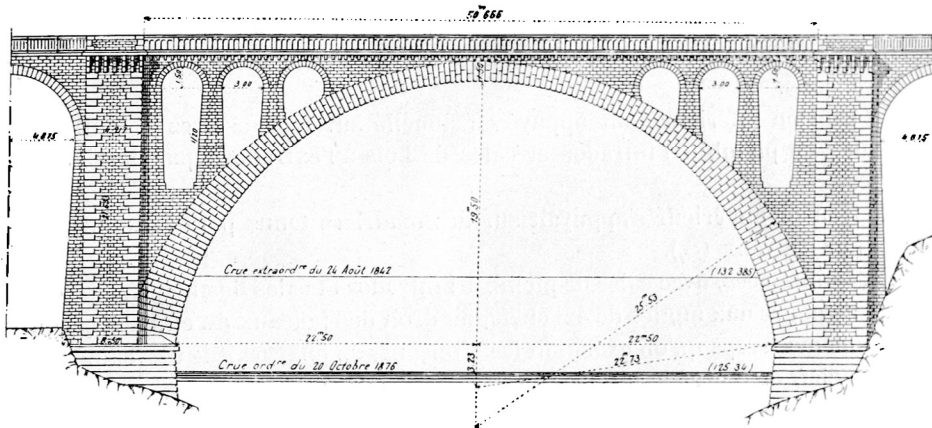
Les chaînes d'angle des pilastres ont trop de saillie.

1. — **C**¹ r¹⁰ ($\geq 40^m$)¹ — Tome I.

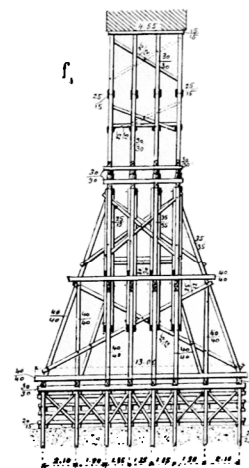
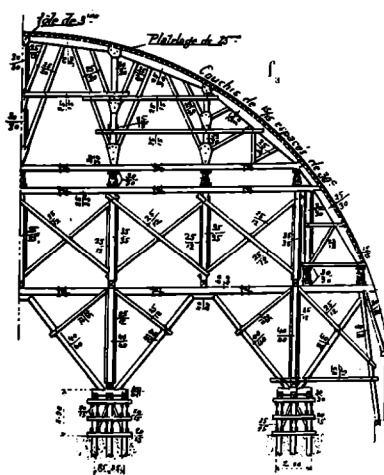
f₁ — Ensemble — 0^{mm}75



f₂ — Grande voûte — 2^{mm}



Cintre — 2^{mm}5



3. Cintre.

Main-d'œuvre pour le bois équarri - 362^m21²
au-dessus des supports (S₁).

	Dépense	Quantité d'heures
Préparation.....	7'54	14 ^h 17 ^m
Transport.....	1'55	5 ^h 10 ^m
Montage.....	8'40	16 ^h 01 ^m
Démontage et enlèvement.....	5'43	12 ^h 38 ^m
Outils et faux-frais.....	1'15	»
	24'07	48 ^h 06 ^m

4. Construction de la grande voûte. — A. - *Division en rouleaux et tronçons.* — Au-dessus des joints à 60°, elle a été construite en deux rouleaux, divisés en 4 tronçons, à 60° et 30°.

B. - 1^{er} Rouleau³ (230^m) 7/25 octobre 1884. — On a exécuté en même temps les 4 tronçons.

Le tronçon inférieur était appuyé en douelle sur trois assises à joints secs, avec cales de plomb à l'intrados et cales de bois à l'extrados ; par derrière, sur coffrages.

Le tronçon supérieur s'appuyait sur des madriers tenus par des taquets boulonnés sur les vaux (S₁).

Des joints secs, avec cales de plomb à l'intrados et cales de chêne à l'extrados, étaient ménagés aux angles de 42° et 78°, au droit des poteaux du cintre (S₁, S₂).

En même temps qu'on exécutait les tronçons, on chargeait le cerveau.

A la clef, on a posé les assises à sec sur cales en sapin (S₁).

On a clavé simultanément les 4 tronçons, les 24 et 25 octobre 1884, en refoulant du mortier de ciment sec, d'abord avec des fiches en fer, puis avec des fiches et des spatules en chêne (S₁)⁴.

C. - 2^e Rouleau (255^m) 26 octobre - 22 novembre 1884. — On a appuyé les 4 tronçons sur les découpes du premier rouleau.

Il a été clavé les 20, 21, 22 novembre (S₁).

5. Mouvements dus à la température⁵. — En janvier 1908, on a constaté une fissure de 1^{mm} sur toute la hauteur du parapet de la grande voûte, le long des refuges des pilastres.

On n'en a pas constaté dans les tympans.

2. — Savoir :

Chêne	10 ^m 24
Sapin.....	351 ^m 97
	362 ^m 21

3. — On a suivi l'instruction rédigée pour le pont de Lavour A¹ Fr (≥ 40^m)⁴ - Tome II.

4. — D'après S₁, p. 759 et 760, la construction de la voûte aurait été conduite de façon différente.

Je m'en suis rapporté à mes renseignements pris en cours de travaux et aux instructions de M. l'Ingénieur en chef Parlier au moment du clavage.

5. — Renseignements qu'a bien voulu faire prendre et me communiquer M. Balandier, Ingénieur en chef de la Compagnie du Midi (février 1908).

6. Personnel.

Ingénieurs en chef : *Projet* : M. Tastu. — *Travaux* : M. Parlier.

Ingénieur : *Projet et Travaux* : M. Velzy.

Entrepreneur : M. Coderch.

. SOURCES :

S₁. — Exposition, Paris, 1889. - Notices, Travaux Publics — p. 754 à 761 : « *Pont de Céret* ».

S₂. — Décomptes.

S₃. — Renseignements pris en cours de travaux.

S₄. — Correspondance de M. l'Ingénieur en chef Parlier.

S₅. — Ce que j'ai vu — mai 1908.

PONT SUR LE PALMGRABEN¹ (*Haute-AUTRICHE*)

Ligne de Klaus-Steyrling à Selzthal (Pyhrnbahn)²

1904-1905

$\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)⁸

Φ_1 (S.)

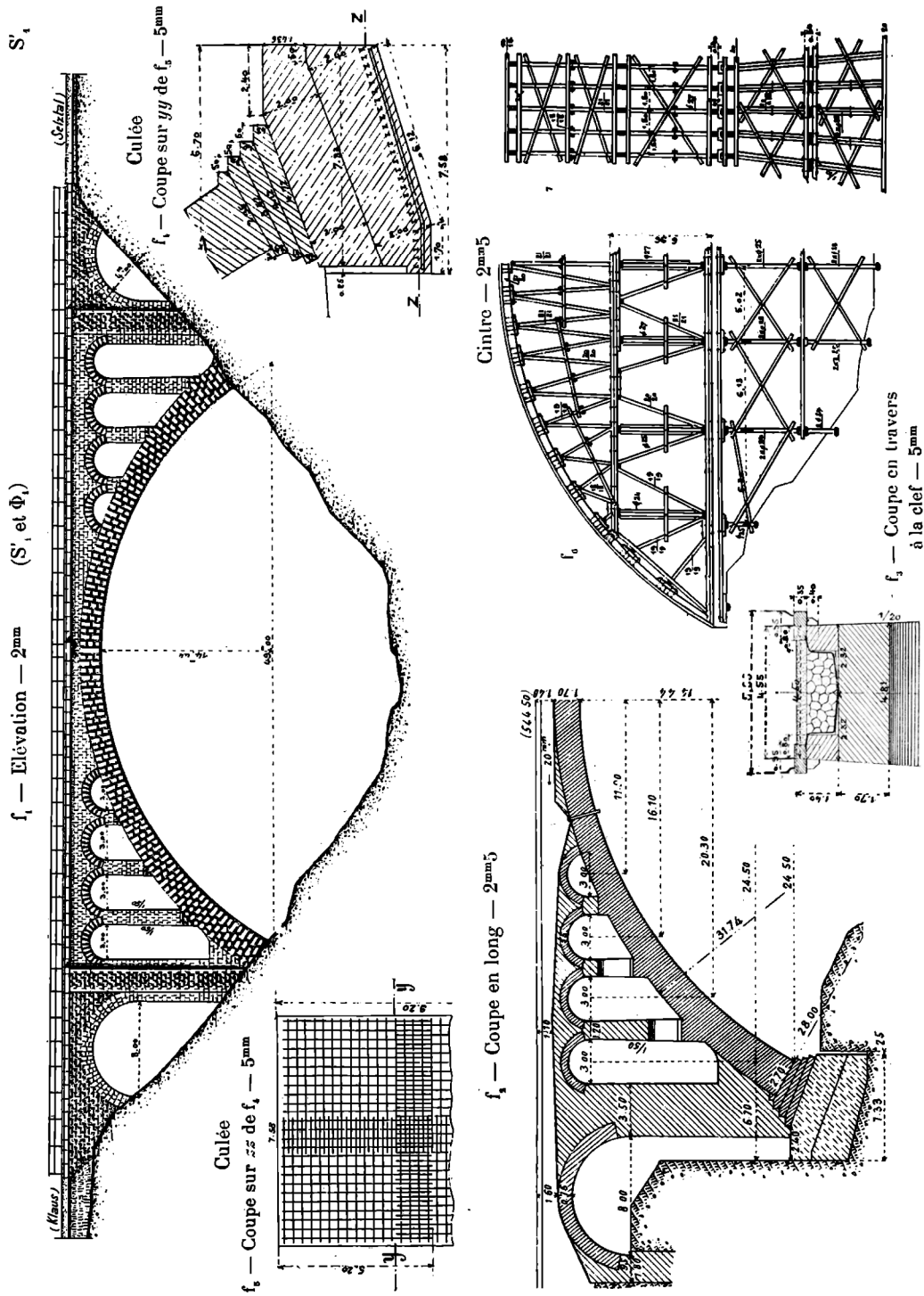


1. Chape Leiss-Zuffer (S.). — Entre 2 lits de béton, une couche d'asphalte pur, et dans celle-ci une feuille de jute.³

1. — Entre la station de Dirnbach-Stoder et la halte de S'-Pankraz.

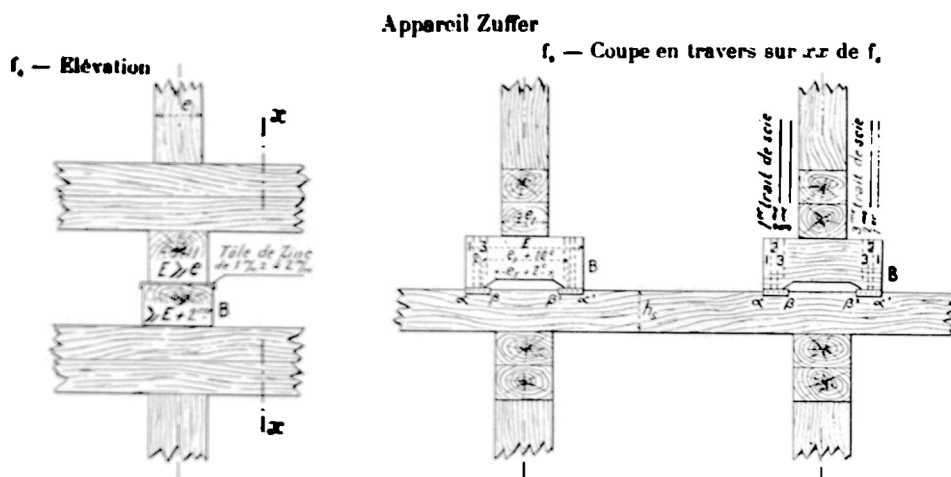
2. — Tronçon de la ligne de Linz à Selzthal.

3. — Chape de toutes les autres grandes voûtes des chemins de fer des Alpes autrichiennes :
Ponts sur le Schalchgraben, $\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)⁹ ; sur le Rothweinbach, $\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)¹⁰ — Tome II.
Ponts sur le Krenngraben, $\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)¹⁷ ; de Steyrling, $\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)¹⁸ ;
de Salcano, $\hat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)¹⁹ ; de Canale, $\hat{\mathbf{A}}^2$ Fr ($\geq 40^m$)¹ — Tome III.



2. Cintre (S'). — Il a été calculé pour les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur de la voûte.

3. Appareil de décintrement de M. l'Ingénieur en chef Zuffer⁴ (f., f.) (S.).



Les fermes portent sur des billots B en bois, sans nœuds, à base évidée.

On augmente progressivement la pression sur cette base $\alpha \beta$, $\alpha' \beta'$, en détachant à la scie des lames 1, 2, 3, jusqu'à écrasement en β et β' .

Après le premier trait de scie, la pression sur la base est doublée, soit environ 100^{kg} par $\overline{0.012}$: la voûte tasse lentement.

Le deuxième trait de scie, donné un peu après, quand la voûte ne tasse plus, élève la pression à 100^{kg} environ par $\overline{0.012}$.

Le troisième trait, s'il est nécessaire, abaisse complètement le cintre.

4. Dates (S').

Grande voûte.....	1904-1905
Décintrement.....	20 juillet 1905
Ouverture à la circulation.....	19 novembre 1905

5. Personnel (S'). — *Projet et Direction des Travaux* : Service de la Construction des Chemins de fer de l'Etat.

Direction générale à Vienne. — M. J. Zuffer, Directeur du Service.

Direction locale à Windischgarsten.

Entrepreneurs : MM. E. Probst et C^{ie}, à Vienne.

4. — Il a été inauguré au Pont sur le Krenngraben, A' F' ($\geq 40^m$)¹⁷ (Tome III), et employé à toutes les autres grandes voûtes des chemins de fer des Alpes autrichiennes (Voir renvoi 3).

Il s'y est, d'après son inventeur, « extraordinairement bien comporté. » (« ausserordentlich gut bewährt ») S., p. 85.

SOURCES :

S₁. — Dessins (S'₁) et renseignements (S''₁), que m'a gracieusement communiqués le Ministère des Chemins de fer à Vienne, sur la demande qu'en a bien voulu faire l'Ambassadeur de France, M. Ph. Crozier.

S₂. — Geschichte der Eisenbahnen der österreichisch - ungarischen Monarchie, VI Band, 1898-1908; II Band. *Der Brückenbau der neuen Alpenbahnen. — A. - Steinbrücken.* Josef Zuffer, p. 74 à 87.

S₃. — Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten Vereines, 1908, p. 174 à 176 : « *Die Ausrüstung der grossen Wölbrücken im Zuge der neuen Alpenbahnen* », J. Zuffer, « K. K. Ober-Baurat. »

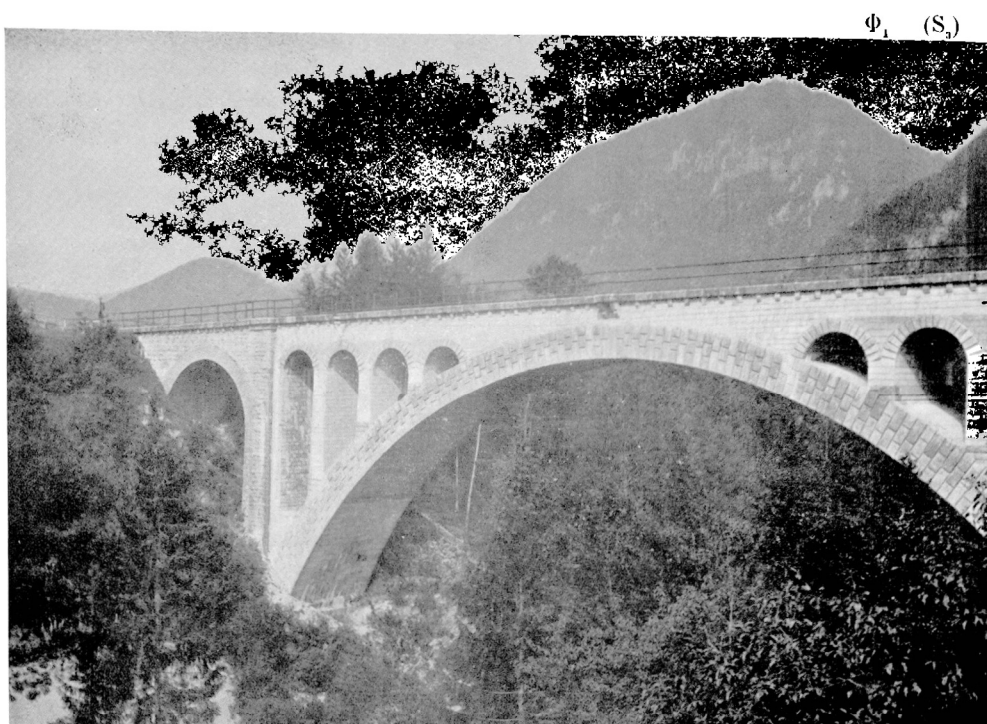
S₄. — Ce que j'ai vu — août 1909.

PONT SUR LE SCHALCHGRABEN¹ (*Haute-AUTRICHE*)

Ligne de Klaus-Steyrling à Selzthal (Pyhrnbahn)

1904-1905

$\hat{A}^1 Fr (\geq 40^m) 9$

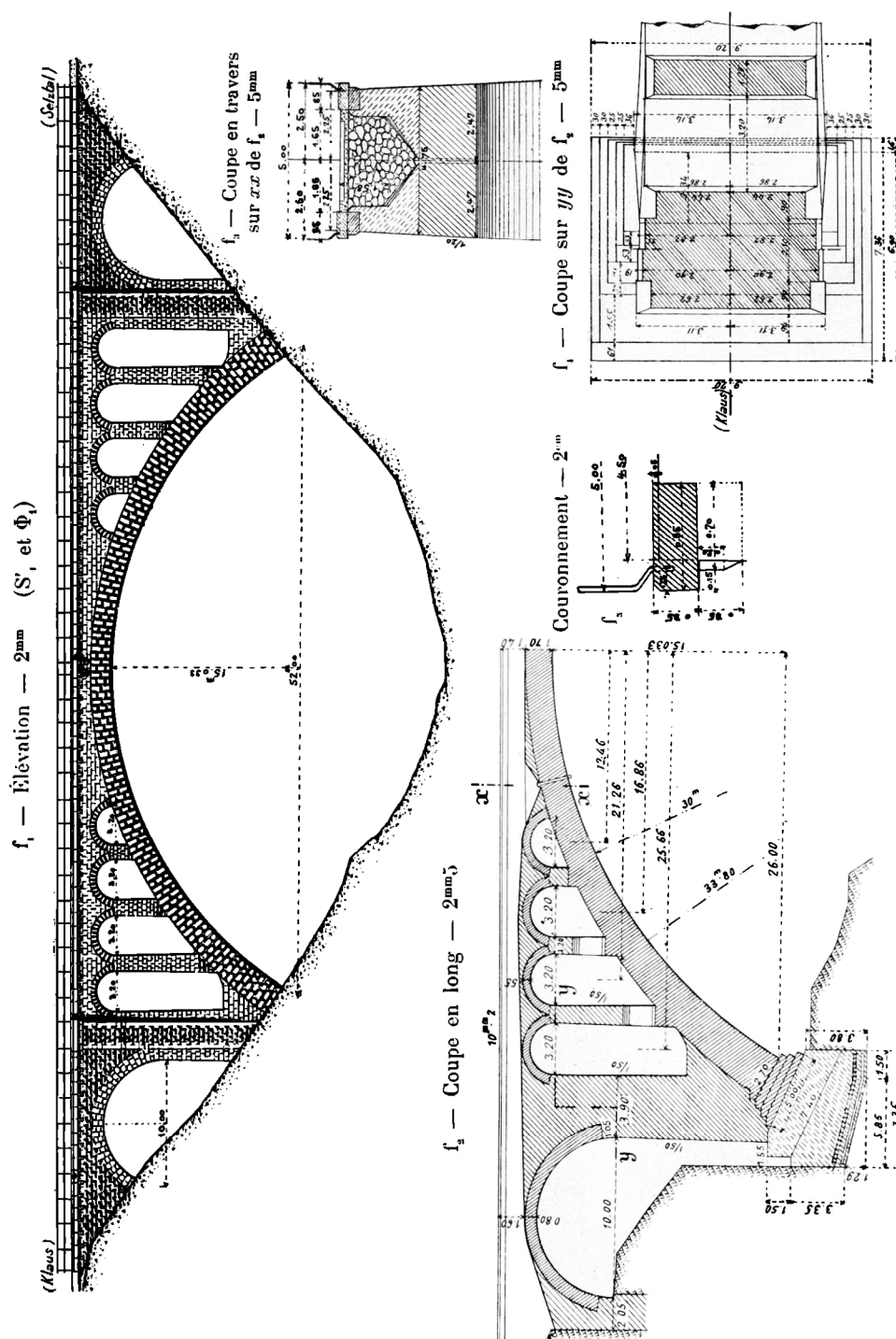


1. Voûtes d'élégissement (S''_1). — Leurs têtes sont en moellons calcaires ; leur douelle en béton coulé, leurs piles et leurs tympans en béton moulé.

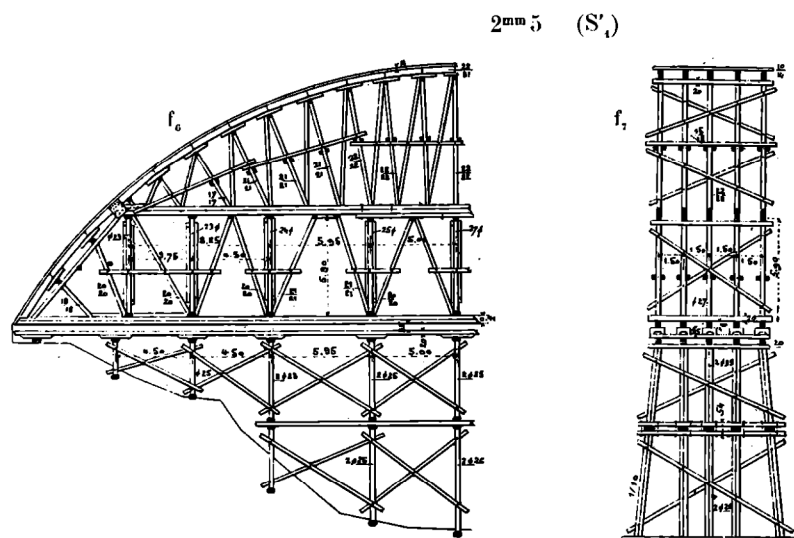
2. Aspect (S_1). — Il y a trop de tympan au-dessus de l'extrados.

Les piles des voûtes d'élégissement sont trop épaisses (1^m20 pour des portées de 3^m20).

1. — Entre la station de Dirnbach-Stoder et la halte de Saint-Pankraz.



3. Cintre (S'_1). — Il a été calculé pour les 2/3 de l'épaisseur de la voûte.



4. Dates (S''_1).

Commencement des travaux.....	automne 1904
Achèvement de la grande voûte.....	printemps 1905
Ouverture à la circulation.....	19 novembre 1905

5. Personnel (S''_1). — Comme au pont sur le Palmgraben².

2. — \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)⁸ — Tome II, p. 166.

SOURCES :

S_1 . — Dessins (S'_1) et renseignements (S''_1), que m'a gracieusement communiqués le Ministère des chemins de fer à Vienne, sur la demande qu'en a bien voulu faire l'Ambassadeur de France, M. Ph. Crozier.

S_2 . — Geschichte der Eisenbahnen der österreichisch-ungarischen Monarchie, VI Band, 1898-1908 ; II Band. « Der Brückenbau der neuen Alpenbahnen. — A. - Steinbrücken. » Josef Zuffer, p. 74 à 87.

S_3 . — Ce que j'ai vu — août 1909.

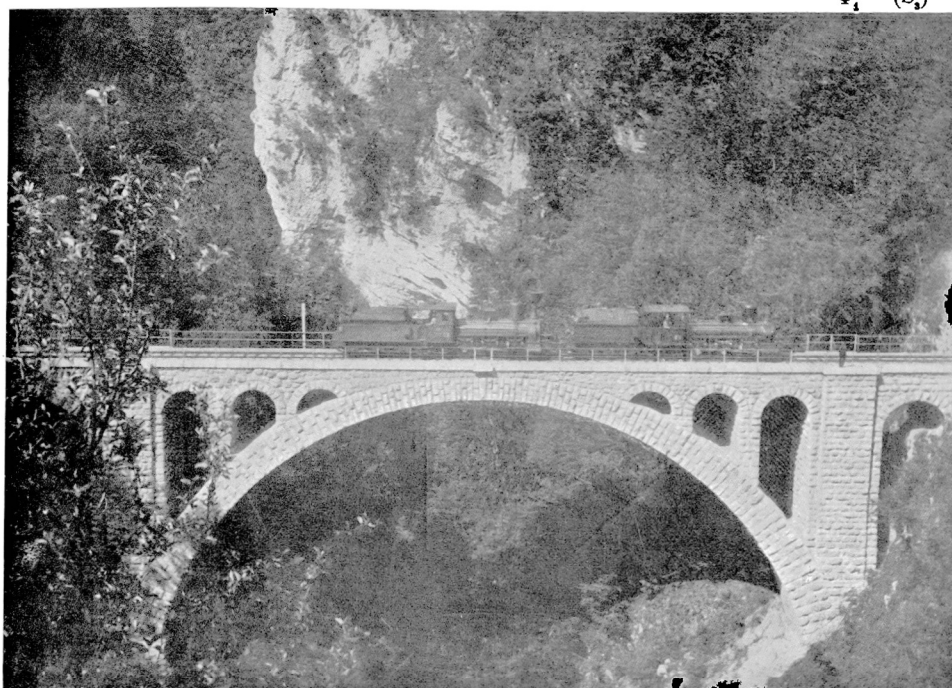
PONT SUR LE ROTHWEINBACH¹ (AUTRICHE, — Carinthie)

Ligne d'Assling à Görz (Wocheinerbahn)

1904-1905

\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 10

Φ_1 (S₁)



1. Aspect (S₁). — Le pont est, comme il convient, traité simplement.
Les petites arches, voisines du cerveau, sont trop aveuglées.
Les pilastres s'appuient en partie sur la voûte : ils ramènent ainsi la pression vers l'intrados, mais sont assez fâcheusement échancrés au pied.
Ces larges pilastres ne portent rien.

2. Cintre (S'₁). — Il est calculé pour toute l'épaisseur de la voûte.
On a admis comme travail limite, en kg/cm^2 :
à la flexion : 80^k ;
à la compression : 60^k.

1. — entre les stations de Dobrawa et Veldes, à 1*320 de la station de Dobrawa.

3. Dates (S").

Commencement des travaux.....	4 juillet 1904
Fondations.....	août 1904-25 avril 1905
Grande voûte.....	10 juin-21 août 1905
Décintrement.....	20 septembre 1905
Ouverture à la circulation.....	juillet 1906

4. Personnel (S").

Ingénieurs :

Projet : M. le D^r Robert Schönhöfer.

Direction des Travaux : M. Anton Max, Ingénieur.

Entrepreneurs : MM. Madile et C^{ie}, de Klagenfurt.

SOURCES :

Comme au Pont sur le Schalchgraben, Â¹ Fr (≥ 40m)9, Tome II, p. 170.

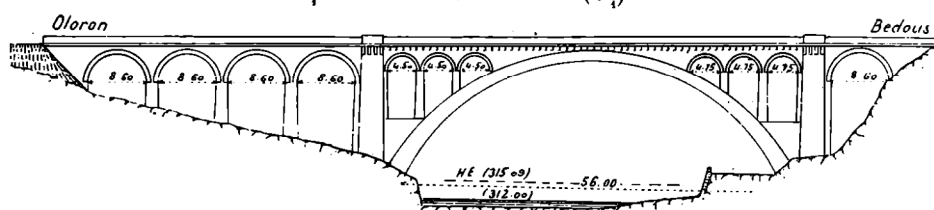
PONT SUR LE GAVE D'ASPE, A ESCOT (BASSES-PYRÉNÉES)

*Ligne d'Oloron à Bedous*¹

1907-1909

\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)¹¹

f_1 — Ensemble — 1^{mm} (S₁)



1. Pourquoi on a fait une grande arche. — Le tracé est très biais sur le Gave (53° environ). Des piles droites l'encombraient ; des piles biaises étaient fort laides.

Φ_1 (S₁)



1. — à 15^m d'Oloron.

A detailed technical drawing of a wooden scaffolding or formwork structure. It shows a vertical frame with multiple horizontal cross-braces and diagonal supports. The top section is labeled with dimensions like "1.00", "1.00", and "1.00". Various parts are numbered from 1 to 16. The base is shown resting on a foundation. The drawing is oriented vertically on the page.

La voûte clavée, on ajouta les contrefiches pq et rs (S''').

C. - Dépenses (S'').

Bois et Fers.....		12976'66
Coffrage des boîtes à sable.....		695'09
Supports	Batardeaux.....	5590'45
en	Epaissements.....	6100'
maçonnerie	Fouilles et boisages.....	4403'51
	Fourniture.....	11189'51
	Main-d'œuvre.....	3130'60
Consolidation à la suite de l'accident du 21 juin 1908.....		2046'78
Enrochements.....		2384'97
Total.....		48509'67

3. Dates d'exécution de la grande voûte (S').

Commencement des fondations :

Rive gauche..... 23 juillet 1907

Rive droite..... 24 octobre 1907

Commencement de la construction par rouleaux^a..... 20 mai 1908

Clavage du premier rouleau..... 28 juin 1908

Clavage du deuxième rouleau..... 13 juillet 1908

Décintrement..... 10 octobre 1908

4. Quantités et Dépenses (S').

	Quantités	Dépenses
Grande voûte { Maçonnerie.....	838 ^m 28	44618'87
{ Cintre.....	»	48509'67
Maçonnerie au-dessus de la grande voûte.....	537 ^m 43	33571'89
Pilastres.....	887 ^m 45	30953'09
Viaducs d'accès.....	1088 ^m 49	50360'04
Totaux.....	3351 ^m 65	208013'56 ^{4,5}

5. Personnel.

Ingénieurs : en chef, M. Sentilhes ; — ordinaire, M. Debats.

Entrepreneur : M. J. G. Denis.

3. — On a suivi l'instruction rédigée pour le Pont de Lavar, A¹ Fr (≥ 40^m)⁴ — Tome II.

4. — Garde-corps non compris.

5. — Réclamations de l'Entreprise non réglées.

SOURCES :S₁. — Dessins d'exécution (S'), renseignements (S'') et photographies (S''') qu'a bien voulu me communiquer M. Debats.S₂. — Ce que j'ai vu — octobre 1909.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ ¹

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE

SOUS CHEMIN DE FER A VOIE ÉTROITE

Série  f^r ($\geq 40^m$)

Voir Préliminaires, Tome II, p. 3 et 4 :

1. — pour la définition des arcs « peu surbaissés »,
2. — Pour le sens de ce symbole.

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET																																		
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE					1° ÉVIDEMENTS DES TYMPANS 2° DÉCORATION DES TÊTES																											
	Longueur <i>entre abouts des parapets</i> Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage	Largeurs <i>entre parapets entre tympans sous la plinthe</i> Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados	INTRADOS Portée <i>Montée</i> Surbaissément <i>Rayon</i>	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX <i>Mortier</i> <i>Poids, pour 1^mc de sable, de chaux ou de ciment</i>	PRESSIONS en kg/0 ^m 2 <i>Hypothèse adoptée</i> Surcharges supposées																												
				CORPS Clef <i>Retombées</i>	TÊTES Clef <i>Retom- bées</i>																														
Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9																										
Symbole	1	2	3	4	5	6	7	8	9																										
sur la Gravona <i>France</i> 1884 A¹ f^r (≥ 40^m)1	84 ^m 11 » 28 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 03 \\ \text{(voie de 1°)} \\ 4^m 30 \end{array} \right.$ Pas de fruit 1 ^m 00	Arc de cercle $\left\{ \begin{array}{l} 43^m 33 \\ 16^m 80 \\ \frac{1}{2,59} = 0,386 \end{array} \right.$ 22 ^m 50	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 40 \\ 2^m 80 \\ \text{à } 60^\circ \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 20 \\ \text{Epaisseur} \\ \text{uniforme} \end{array} \right.$	Bandeaux : PT ¹ Douelle : PT ¹ sur 1 ^m 40 d'épaisseur Granit à 600 ^k <i>Chaux du Teil : 333^k</i>	Pression maxima : Clef : 26 ^k 6 Reins : 31 ^k 8	1° Pas d'évidements. Remplissage en pierres sèches rangées à la main. 2° »																											
de Ramounails <i>France</i> 1906-1908 A¹ f^r (≥ 40^m)2	55 ^m 45 59 ^m HG ND 32 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 30 \\ \text{(voie de 1°)} \\ 4^m 22 \end{array} \right.$ Pas de fruit 0 ^m 90	Arc d'anse de panier à 4 centres $\left\{ \begin{array}{l} 40^m 30 \\ 12^m 90 \\ \frac{1}{3,124} = 0,320 \end{array} \right.$ Rayons : <table><tr><td></td><td>HG</td><td>RD</td></tr><tr><td>Cer- veau</td><td>21^m44</td><td>23^m94</td></tr><tr><td>Reins</td><td>19^m18</td><td>17^m21</td></tr></table>		HG	RD	Cer- veau	21 ^m 44	23 ^m 94	Reins	19 ^m 18	17 ^m 21	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 20 \\ 3^m 00 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 20 \\ 3^m 00 \end{array} \right.$	MEV ¹ Queue : 0 ^m 40 à 0 ^m 60 Ciment 400 ^k	Pressions : <table><tr><td></td><td>max.</td><td>moy.</td></tr><tr><td>Clef</td><td>23^k2</td><td>11^k6</td></tr><tr><td>50°</td><td>20^k2</td><td>10^k3</td></tr><tr><td>Retom- bées</td><td>10^k2</td><td>10^k2</td></tr></table> <i>Méry</i> Surcharge : 3000 ^k /1 ^m c' sur toute la voûte ; sur une demi-voûte.		max.	moy.	Clef	23 ^k 2	11 ^k 6	50°	20 ^k 2	10 ^k 3	Retom- bées	10 ^k 2	10 ^k 2	1° Voûtes transversales vues, en plein cintre: RD 3 de 3 ^m 50 sur piles de 0 ^m 70 ; RG 4 de 4 ^m sur piles de 0 ^m 90 2° »						
	HG	RD																																	
Cer- veau	21 ^m 44	23 ^m 94																																	
Reins	19 ^m 18	17 ^m 21																																	
	max.	moy.																																	
Clef	23 ^k 2	11 ^k 6																																	
50°	20 ^k 2	10 ^k 3																																	
Retom- bées	10 ^k 2	10 ^k 2																																	
de Cinuskel <i>Suisse</i> 1910-1912 A¹ f^r (≥ 40^m)3	113 ^m 38 O 49 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 00 \\ \text{(voie de 1°)} \\ 3^m 70 \end{array} \right.$ Fruit : 1/40 1 ^m 50	Arc d'anse de panier à 3 centres $\left\{ \begin{array}{l} 46^m 976 \\ 20^m 241 \\ \text{moyenne} \\ \frac{1}{2,321} = 0,430 \end{array} \right.$ Rayons : Cerceau 20 ^m Reins 30 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 60 \\ \text{à } 64^\circ \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1^m 50 \\ 2^m 60 \\ \text{à } 64^\circ \end{array} \right.$	MAV ¹ Ciment 350 ^k	Pressions : <table><tr><td></td><td>max.</td><td>moy.</td></tr><tr><td>avec surcharge :</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Clef</td><td>22^k8</td><td>17^k5</td></tr><tr><td>50°</td><td>21^k8</td><td>16^k8</td></tr><tr><td>Retom- bées</td><td>24^k5</td><td>20^k4</td></tr><tr><td>sans surcharge :</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Clef</td><td>13^k8</td><td>11^k7</td></tr><tr><td>50°</td><td>13^k8</td><td>11^k8</td></tr><tr><td>Retom- bées</td><td>13^k6</td><td>11^k8</td></tr></table> <i>Arc élastique</i> <i>Méthodes</i> <i>Ritter et Mörsch</i> <i>combinées</i> 3 locomotives de 72 ^t longues de 13 ^m 97, et wagons de 17 ^t 8 longs de 7 ^m 80.		max.	moy.	avec surcharge :			Clef	22 ^k 8	17 ^k 5	50°	21 ^k 8	16 ^k 8	Retom- bées	24 ^k 5	20 ^k 4	sans surcharge :			Clef	13 ^k 8	11 ^k 7	50°	13 ^k 8	11 ^k 8	Retom- bées	13 ^k 6	11 ^k 8	1° 6 voûtes transversales vues, en plein cintre de 4 ^m , sur piles de 1 ^m et 1 ^m 20 2° »
	max.	moy.																																	
avec surcharge :																																			
Clef	22 ^k 8	17 ^k 5																																	
50°	21 ^k 8	16 ^k 8																																	
Retom- bées	24 ^k 5	20 ^k 4																																	
sans surcharge :																																			
Clef	13 ^k 8	11 ^k 7																																	
50°	13 ^k 8	11 ^k 8																																	
Retom- bées	13 ^k 6	11 ^k 8																																	

1. — Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II, n° 6.

A VOIE ÉTROITE

SÉRIE $\hat{A}^1 f^r (\geq 40^m)$

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION							CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER <div>Q</div> DÉPENSE <div>D</div> Totaux et par unité { de surface utile S_p de volume « utile » W } 18	
FONDACTIONS <i>Nature du sol</i> Profondeur sous l'étiage Pressions sur le sol en kg/0 ^{m01} 2 <i>Procédé</i> 10	GRANDE VOÛTE							
	CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION 15	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont <i>Temps entre le dernier clavage et le décintrement</i> Date 16		TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_c au décin- trement t'_c après t''_c 17
	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses					
	Type <i>Matière</i> Appareils de décintrement 11	Nombre <i>Épaisseur</i> <i>Ecartement</i> d'axe en axe <i>Surhaussement</i> 12	Totaux 13	par mq de douelle 2 14				
<i>Granit apparent</i> » Pression maxima : 14 ^k »	Retroussé sur 29°33 Grands arbalétriers <i>Pin</i> Coins	<div>4</div> <div>23^{cm}</div> <div>1^m10</div> <div>»</div>	262 ^{mc} 823 ^k 16021 ^f non compris la somme à valoir	1 ^{mc} 13 3 ^k 6 69 ^f 3	A partir de 50° de la clef : 2 rouleaux égaux. Septembre	» 30 jours $t'_c = 0$	<div>Q = 3511^{mc}</div> <div>Q : S_p = 10^{mc}35</div> <div>Q : W = 0^{mc}59</div> <div>D = 112651^f</div> <div>non compris la somme à valoir</div> <div>D : S_p = 332^f3</div> <div>D : W = 19^f7</div> <div>D : Q = 32^f1</div>	
<i>Micaschiste apparent</i> » » » »	Retroussé sur toute la portée Gravis arbalétriers <i>Sapin</i> Boîtes à sable	<div>4</div> <div><i>Fermes de rive :</i> 18^{cm}</div> <div><i>Fermes intermédiaires :</i> 22^{cm}</div> <div>1^m35</div> <div>30^{mm}</div>	104 ^{mc} 5040 ^k 10125 ^f	0 ^{mc} 47 22 ^k 7 45 ^f 6	A partir de 60° de la clef : 2 rouleaux. Au 1 ^{er} rouleau, 4 tronçons 9 clavages. Au 2 ^e rouleau, 4 tronçons 5 clavages.	Piles sur le dos de la grande voûte montées jusqu'aux retombées des petites. 23 jours 18 juillet	$t_c = 21^{mm}$ $t'_c = 1^{mm}6$	<div>Q = 908^{mc}</div> <div>Q : S_p = 3^{mc}73</div> <div>Q : W = 0^{mc}19</div> <div>Q : W' = 0^{mc}37^s</div> <div>D = 82465^f</div> <div>D : S_p = 338^f7</div> <div>D : W = 17^f2</div> <div>D : W' = 34^f0^s</div> <div>D : Q = 90^f9</div>
<i>Rocher (Gneiss)</i> » » Pressions : <div>max. moy.</div> <div>avec surcharge 22^k9 20^k sans surcharge 13^k8 11^k</div>	Retroussé sur 36° Type Pont de Solis C ¹ f ^r (≥40°) ¹ (Tome I) Billots à base évidée	<div>4</div> <div>18^c à 20^c</div> <div>1^m20</div> <div>0</div>	185 ^{mc} 5070 ^k 18000 ^f	0 ^{mc} 53 14 ^k 8 52 ^f 2	A partir de 55° de la clef : 2 rouleaux, chacun en 6 tronçons.	Voûte nue 10 jours 6 juillet	$t_c = 62^{mm}$ $t'_c = 0$ $t''_c = 0$	<div>Q = 2650^{mc}</div> <div>Q : S_p = 5^{mc}84</div> <div>Q : W = 0^{mc}27</div> <div>Q : W' = 0^{mc}36^s</div> <div>D = 126000^f</div> <div>D : S_p = 277^f8</div> <div>D : W = 12^f9</div> <div>D : W' = 17^f2^s</div> <div>D : Q = 41^f5</div>

2. Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 - A. 3. S_p = Longueur (col. 2) × Largeur entre parapets (col. 3) - C'est la surface offerte à la circulation.4. W = Surface vue de l'élévation × Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations × Largeur entre parapets.Pour S_p , W , W' , voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 - B.

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

[illegible]

1. Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, p. II, n° 6.

A VOIE ÉTROITE

SÉRIE A¹ f^r (≥ 40^m)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
GRANDE VOÛTE										Q	
CINTRE										DÉPENSE	
FERMES										TASSEMENTS	
Cube de bois Poids de fer Dépenses										DE LA CLEF	
MODE										ÉTAT	
DE										D'AVANCEMENT	
CONSTRUCTION										DU PONT	
Temps entre le dernier clacage et le décintrement										sur	
Date										cintre	
après										t _c	
10										11	
11										12	
12										13	
13										14	
14										15	
15										16	
16										17	
17										18	
Rocher (Schiste)										Q = 2450 ^{mc}	
»										Q : S _p = 5 ^{mc} 53	
Pressions :										Q : W = 0 ^{mc} 29	
Comme au										Q : W' = 0 ^{mc} 37	
Pont de Cinuskel											
A ¹ f ^r (≥ 40 ^m) ³											

2. Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — A. 3. S_p = Longueur (col. 2) × Largeur entre parapets (col. 3) — C'est la surface offerte à la circulation.
4. W = Surface vue de l'élévation × Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations × Largeur entre parapets.
Pour S_p, W, W', voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — B.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ
PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE ÉTROITE

SÉRIE \hat{A}^1 f^r ($\geq 40^m$)

MONOGRAPHIES

PONT SUR LA GRAVONA (CORSE)

Ligne d'Ajaccio à Corte¹

1884

\hat{A}^1 f^r ($\geq 40^m$)¹

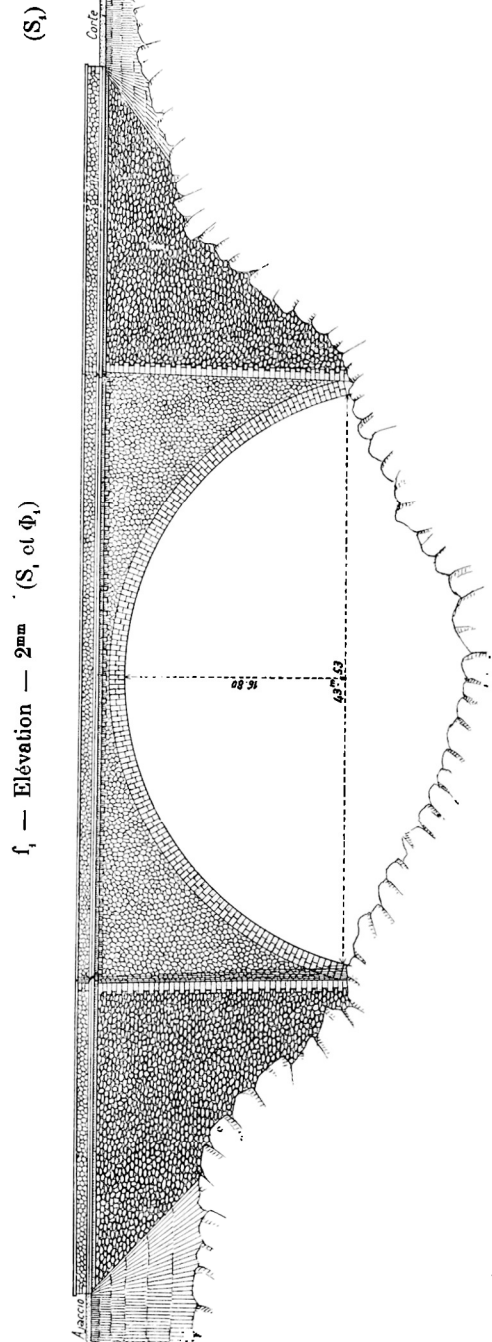


1. Pourquoi on a fait une grande voûte (S₁).

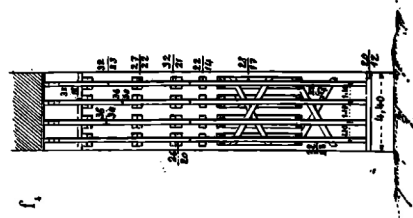
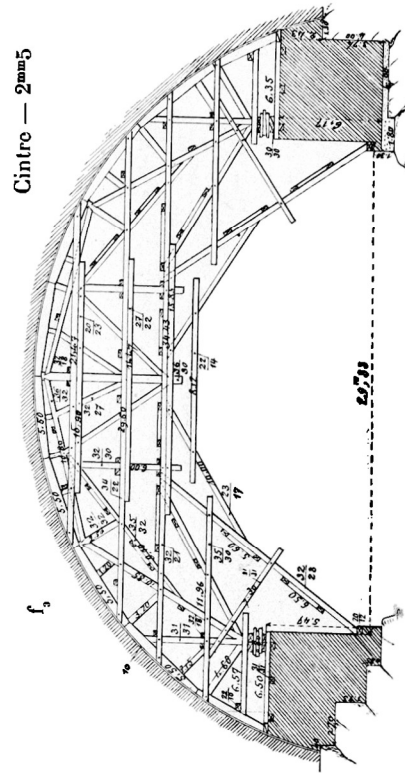
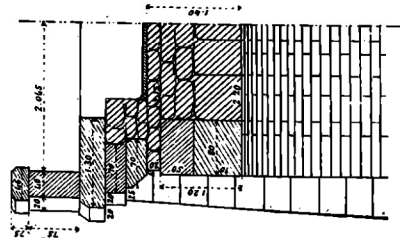
- 1° - Parce que les crues de la Gravona montent à 9^m53 ;
- 2° - parce qu'on trouve, tout près, en abondance, d'excellent granit ;
- 3° - parce que le granit compact affleure sur les deux berges.

1. — A 15^{km} environ d'Ajaccio (S₂).

2. — M. l'Ingénieur en chef Reuss a bien voulu, sur ma demande, faire faire cette photographie.



f_2 — Demi-coupe en travers
à la clef — 1^{cm}



2. Murs en retour. — Ils sont en gros galets du lit de la Gravona ; leurs chaînes d'angle sont à redans et bossages.

3. Cintre. — Le cintre a été retroussé sur 29^m33, parce qu'un appui en rivière eût été emporté (S₁).

4. Voûte (S₂). — On clava dans les premiers jours d'août 1884, « en se pressant à cause de l'insalubrité de la région et des grandes chaleurs. »

La voûte était déjà élastique au moment du clavage du 2^e rouleau : le cintre devait, alors, être en partie soulagé.

Le décintrement s'est très probablement fait de lui-même : la chaleur a resserré les bois.

5. Dépense (non compris la somme à valoir) (S₁).

Fouilles.....	4.566'29.
Maçonneries.....	92.063'32
Cintre.....	16.021'11
TOTAL.....	112.650'72

6. Personnel.

Ingénieurs { en chef : MM. Gay, Dubois, Margerid.
 } ordinaires : MM. Descubes, Fouan.

Entrepreneur : M. Ferrucci.

SOURCES :

S₁. — Dessins et décompte gracieusement communiqués par M. l'Ingénieur en chef Reuss.

S₂. — Exposition, Paris, 1889. — Notices, Travaux Publics, p. 776 à 780 : « Pont de la Gravona. »

PONT SUR LE RAVIN DE RAMOUNAILS (PYRÉNÉES-ORIENTALES)

*Chemin de fer électrique de Villefranche-de-Conflent à Bourg-Madame*¹

1906-1908

$\hat{A}^1 f^r (\geq 40^m) 2$

Φ_1^2



1. Ce qu'on a fait en vue de la rampe de 59^{mm}. — On a tracé avec des rayons différents, de chaque côté de la clef, l'intrados de la grande voûte et des petites, et donné à celles-ci 3^m50 de portée du côté bas, 4^m du côté haut (f_1).

2. Cintre (f_1, f_2, f_3). — Les vaux sont très hauts et très solidement assemblés.

Chaque about est tenu :

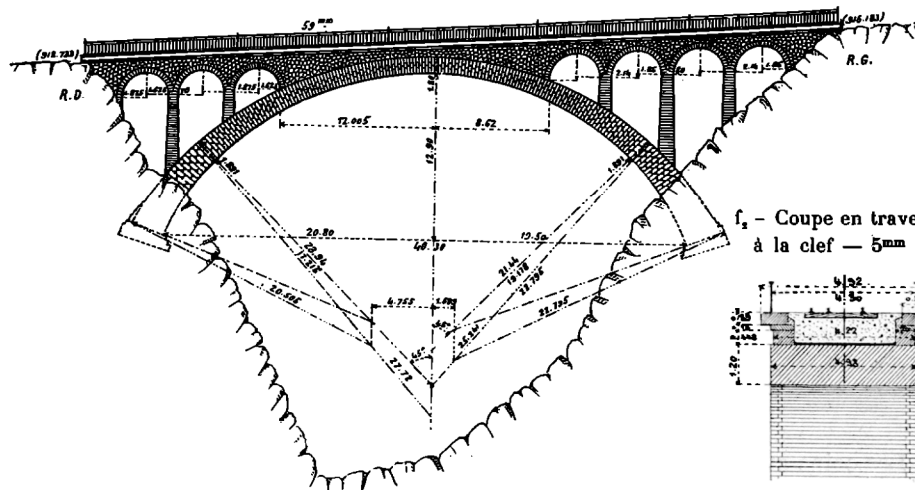
- 1° — par un entrait horizontal allant à l'about symétrique ;
- 2° — par un arbalétrier appuyé sur le rocher.

Les vaux reposent sur les files de boîtes à sable m (f_2) ; les arbalétriers, sur les doubles files n .

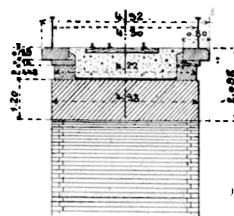
1. — Entre la halte de Thuès et la station de Fontpédrouse.

2. — Photographie gracieusement communiquée par M. Ficatier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Perpignan.

f_1 — Élévation aval — 2mm

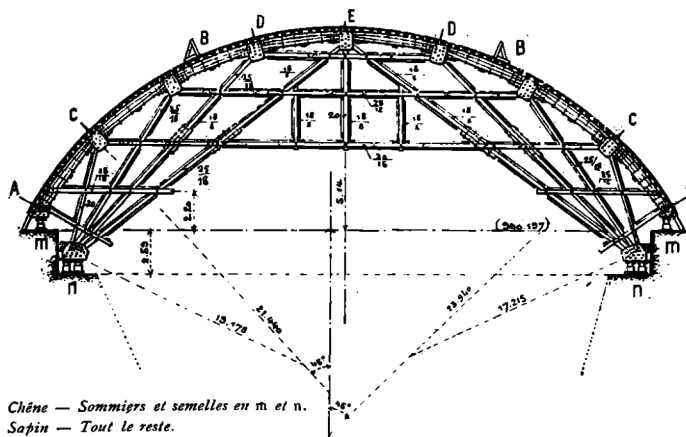


f_2 — Coupe en travers à la clef — 5mm



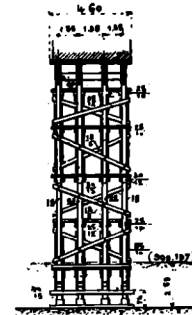
Cintre — 2mm5

f_3 — Élévation

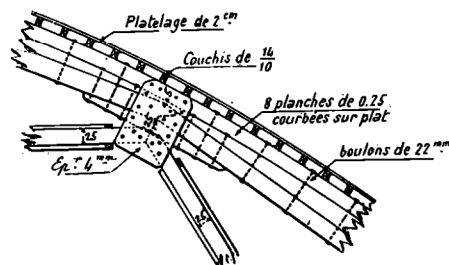


Chêne — Sommiers et semelles en m et n.
Sapin — Tout le reste.

f_4 — Coupe en travers

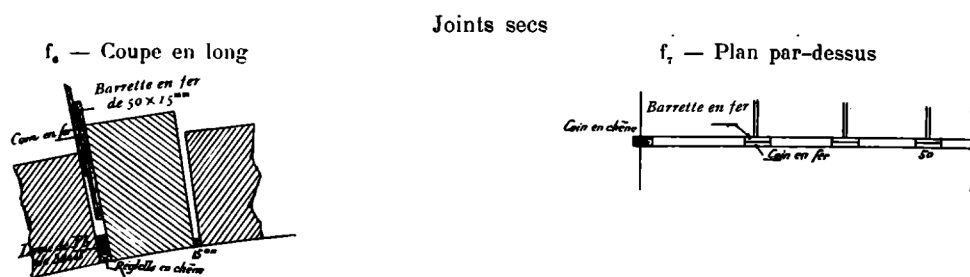


f_5 — About de 2 vaux — 1cm



3. Exécution de la grande voûte (S''_1) - 1^{er} Rouleau. — On l'a construit en 4 tronçons partant de A et de B (f_3).

En A, C, D, E (f_1), des joints secs étaient ainsi maintenus (f_1 , f_2) :



Les coins et barrettes, graissés, ont été facilement enlevés.
On clava dans l'ordre D, B, C, E, A.

4. Décintrement (S'_1). — On abaissa d'abord les boîtes n sous les arbalétriers : la voûte tassa de 0^m9 ; puis les boîtes m sous les vaux : la voûte tassa encore de 0^m7 . L'arc des vaux portait donc près de la moitié de la voûte.

5. Dates (S''_1).

Commencement des travaux (fouilles).....			avril 1906
Grande voûte	{	Attaque à pleine épaisseur.....	14 janvier 1908
		Rouleaux { commencement.....	15 mai 1908
			25 juin 1908
		Décintrement.....	18 juillet 1908

6. Personnel (S''_1).

Ingénieur en chef : M. Bernis.

Ingénieur ordinaire : M. Lannusse.

Chef de section : M. de Noël.

Entrepreneurs : MM. Jean et Marc Sanfourche.

SOURCES :

S'_1 . — Dessins d'exécution et renseignements gracieusement communiqués par MM. Lannusse (S'_1) et de Noël (S''_1).

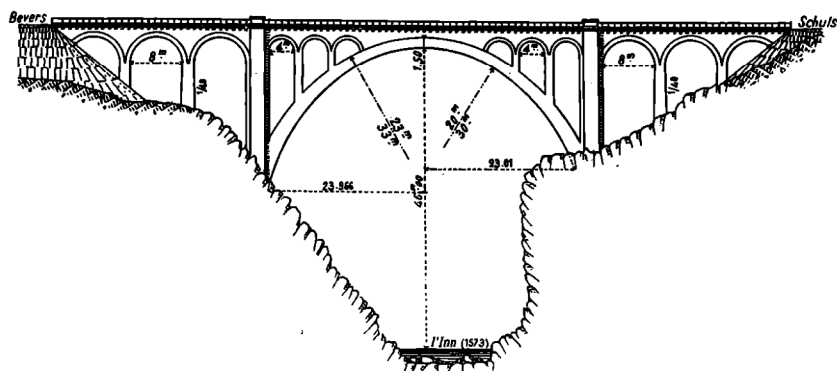
PONT SUR L'INN, A CINUSKEL¹ (SUISSE, - Engadine)

Ligne de Bevers à Schuls (Chemins de fer rhétiques)

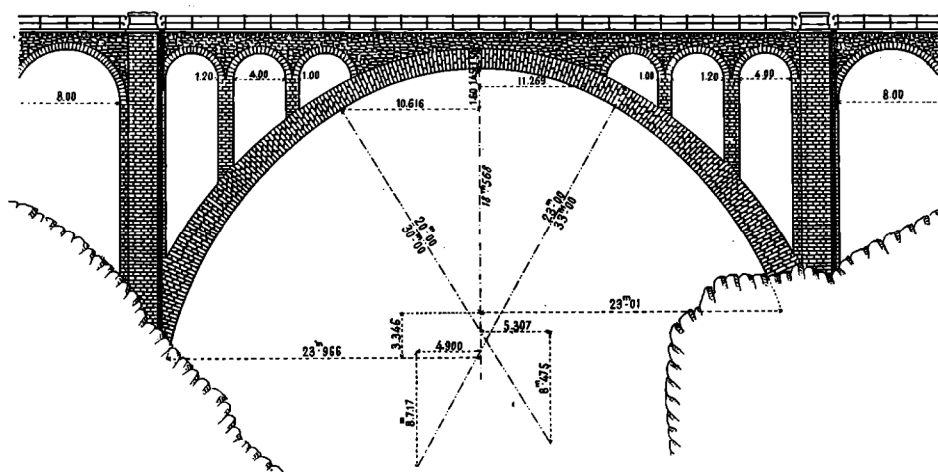
1910-1912

\hat{A}^1 $f^r \geq 40^m$ 3

f_1 — Ensemble — 1^{mm}



f_2 — Grande voûte — 2^{mm}



1. Forme de la voûte. — La fibre moyenne est la courbe de pression sous le poids propre.

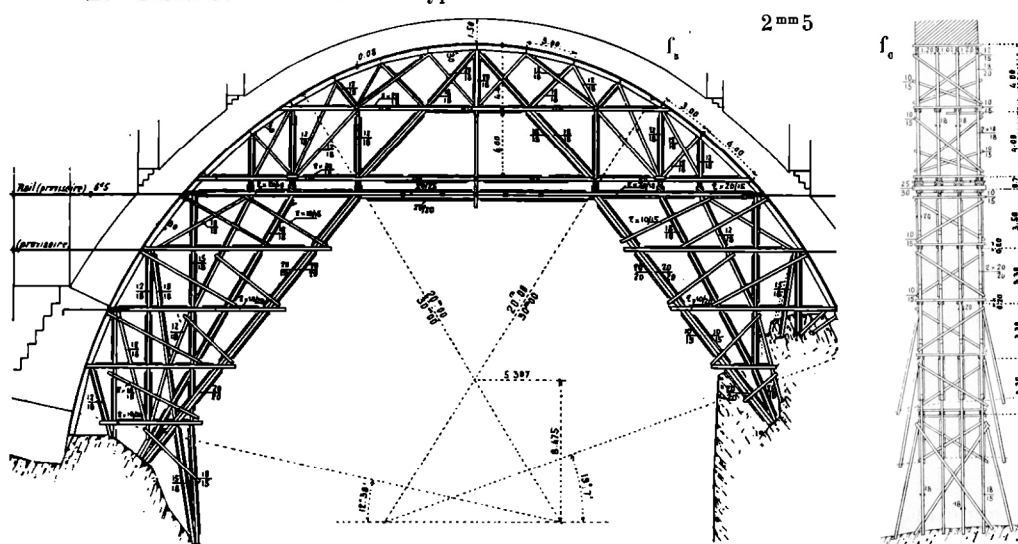
Comme au pont de Wiesen², les rayons d'intrados et d'extrados sont plus petits au cerveau qu'aux reins (f_1 , f_2 , f_3).

1. — Le pont est à 750^m au-delà de la station de Cinuskel-Brail.

2. — \hat{E}_h^1 $f^r \geq 40^m$ ¹ — Tome I.



2. Cintre. — Il est du type des cintres de Solis³ et de Wiesen⁴.



On l'a monté en porte-à-faux, en le soutenant par des barres de fer ancrées dans les culées ou retenues par les pilastres (f_0).

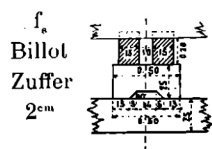
3. — C^1 ($f^r \geq 40^m$)¹ — Tome I.

4. — E_1 ($f^r \geq 40^m$)¹ — Tome I.



Ψ_2 (S₂)

4. Décintrement (f_s). — On a décintré sur les billots à base évidée de

M. Zuffer^o.

On ne paraît pas en avoir été aussi satisfait qu'en Autriche.

5. Dates.

Commencement des travaux.....	4 avril 1910
Grande voûte	Maçonnerie à pleine épaisseur (jusqu'à 55°). 19 mai - 31 mai 1911
(28 jours 1/2 de travail effectif)	1 ^{er} rouleau (en 6 tronçons)..... 1 ^{er} juin - 11 juin
	2 ^e rouleau (en 6 tronçons)..... 13 juin - 26 juin
	Décintrement..... 6 juillet

6. Personnel.

M. Saluz, Ingénieur en chef des Chemins de fer rhétiques, à Coire.

Projet définitif, Calculs, Direction des Travaux : M. Hans Studer, Ingénieur ⁷.

Entrepreneurs : MM. Muller, Zeerleder et Gobat.

Le cintre a été projeté, calculé, et construit par l'Entreprise ⁸.

7. — M. Studer avait précédemment construit le très original et instructif pont de Wiesen $E_h^1 \text{ fr } (\geq 40^m)^1$ - Tome I. — Il a donné, en collaboration avec M. l'Ingénieur W. Diek, de S'-Gall, un excellent précis du calcul des voûtes, considérées comme des arcs élastiques, dans le Schweizer. Ingenieur-Kalender, 1912, p. 265 à 293. « *Brückenbau. — I. Steinerne Brücken.* » — p. 276 à 289. *Berechnung der Gewölbe.*

8. — Comme ceux de Solis $C^1 \text{ fr } (\geq 40^m)^1$ et Wiesen $E_h^1 \text{ fr } (\geq 40^m)^1$, — Tome I.

SOURCES :

S₁. — Dessins d'exécution et renseignements que m'a gracieusement communiqués M. l'Ingénieur Studer, qui a bien voulu m'accompagner au pont.

S₂. — Ce que j'ai vu — juillet 1912.

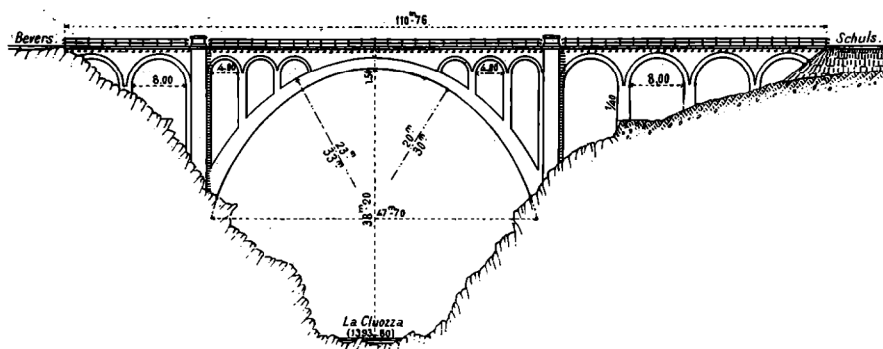
PONT DE TUOI¹ SUR LA CLUOZZA (SUISSE, Engadine)

Ligne de Bevers à Schuls² (Chemins de fer rhétiques)

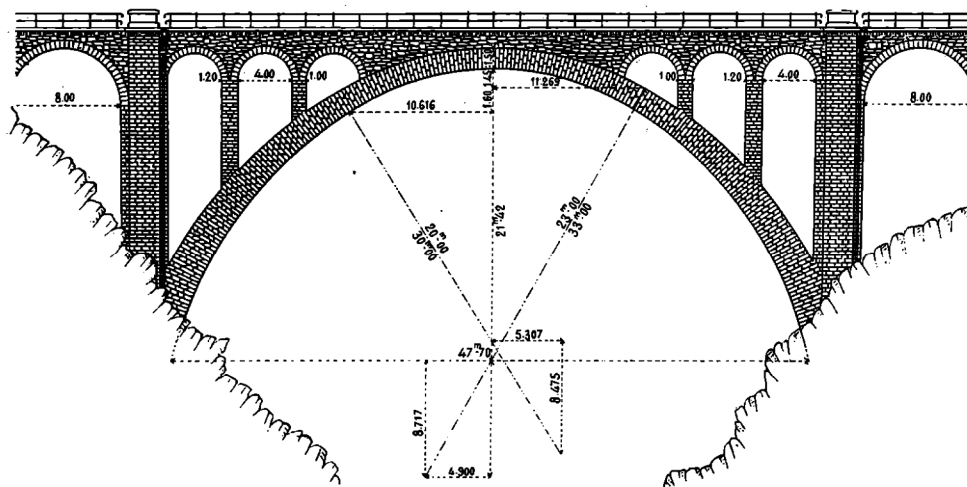
1911-1912

$\hat{A}^1 f^r \supset 40^m 4$

f_1 — Ensemble — 1^{mm}



f_2 — Grande voûte — 2^{mm}



1. Dimensions (S'). — Celles du pont de Cinuskel³, de la même ligne : mêmes rayons d'intrados et d'extrados, mêmes épaisseurs de la voûte, mêmes largeurs, mêmes fruits, mêmes évidements.

Les naissances y sont un peu plus basses : la portée, plus grande de 0^m73.

1. — Sur le val Tuoi, au fond duquel coule la Cluozza.
2. — Le pont est à 700^m environ en-deçà de la station de Guarda.
3. — $\hat{A}^1 f^r \supset 40^m 3$ — Tome II, — à 21^m330 en amont.

2. Cintre (Φ_1). — C'est celui du pont de Cinuskel⁴, mais avec 5 fermes au lieu de 4, et quelques contrevents supplémentaires à l'étage supérieur (S'').

 $\Phi_1 (S_1)$


3. Dates (S'' , S'_1).

Commencement des travaux.....	25 mars 1911
Grande voûte.....	18 juin — 25 juillet 1912
Commencement du 2 ^{me} rouleau.....	17 juillet 1912 (S'_1)
Décintrement.....	5 août 1912

4. Personnel (S'' , S'_1).

Ingénieurs :

M. Saluz, Ingénieur en chef des Chemins de fer rhétiques, à Coire.

Calculs de stabilité : M. Crastan, « Bauführer » à Lavin.

Exécution : M. G. Zollinger, Ingénieur à Schuls.

M. Crastan, « Bauführer ».

Entrepreneurs : MM. Müller, Zeerleder et Gobat.

SOURCES :

S_1 . — Dessins d'exécution (S'_1) et renseignements (S''_1) qu'a bien voulu m'adresser
M. l'Ingénieur en chef Saluz — septembre et octobre 1912.

S_2 . — Renseignements gracieusement communiqués :

S'_2 . — par M. Studer — septembre et octobre 1912 ;

S''_2 . — par M. Zollinger — octobre 1912 ;

S'''_2 . — par M. Zeerleder — novembre 1912.

S_3 . — Ce que j'ai vu — juillet 1912.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ ¹

PONTS A PLUSIEURS GRANDES ARCHES
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

Série  ⁿ F^r ($\geq 40^m$) ²

Voir Préliminaires, Tome II, p. 3 et 4 :

1. — pour la définition des « arcs peu surbaissés ».

2. — pour le sens de ce symbole.

PONT A PLUSIEURS GRANDES ARCHES SOUS CHEMIN DE FER

PONT Date Symbole En quoi consiste l'ouvrage 1	PROJET								ÉVIDEMENTS DES TYMPANS 2° DÉCORATION DES TÊTES 9
	ENSEMBLE		GRANDES VOÛTES					PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ² <i>Hypothèse adoptée</i> Surcharges supposées 8	
	Longueur <i>entre abouts des parapets</i> Déclivités Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étiage 2	Largeurs entre parapets entre tympans <i>sous la plinthe</i> Fruit des tympans Revanche du rail sur l'extrados 3	INTRADOS Portée Montée Surbaissement Rayon 4	ÉPAISSEURS CORPS Clef Retombées 5		TÊTES Clef Retom- bées 6	MATÉRIAUX Mortier Poids, pour 1 ^m c de sable, de chaux ou de ciment 7		
Victoria Angleterre 1836-1838 A ^a Fr (≥ 40 ^m) ¹ 4 grandes arches : 1 arc peu surbaissé de 48 ^m 768 ; 1 plein cintre de 43 ^m 891 ; 2 pleins cintres de 30 ^m 479.	247 ^m 11 " 37 ^m	6 ^m 40 7 ^m 01 Pas de fruit 1 ^m 22	Voûte de 48 ^m 768			Bandeaux en granit, le reste en grès.		1° 3 murs longitudinaux reliés transverse- ment tous les 6 ^m 50 environ.	
			Arc de cercle 48 ^m 768 21 ^m 946 $\frac{1}{2,22} = 0,45$ 24 ^m 519	1 ^m 371 " Epaisseur uniforme	1 ^m 371 " Epaisseur uniforme				
			Voûte de 43 ^m 891						
			Plein cintre 43 ^m 891 Même montée que l'autre route	1 ^m 371 " Epaisseur uniforme	1 ^m 371 " Epaisseur uniforme			2° Archivolte dans le plan des tympans. Bandeaux en retraite.	

1 Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, page II, n° 6.

A VOIE NORMALE

SÉRIE Aⁿ Fr ($\geq 40^m$)

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
GRANDES VOÛTES										<div>Q</div> DÉPENSE <div>D</div>	
FONDATIONS		CINTRES				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du Pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_1 au décin- trement t_2 après t_3	Totaux et par unité	de surface utile S_p^2 de volume « utile » W^3	
Nature du sol	Profondeur sous l'étiage	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses							
Pressions sur le sol en kg/cm^2	Procédé	Type Matière Appareils de décintrement	Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle 2						
10		11	12	13	14	15	16	17	18		
Piles		Voûte de 48 ^m 768								D = 1 008 800 ^f D : S_p = 637'9 D : W = 22'0	
Rocher		Retroussé sur 16"									
Pile centrale - 7 ^m 31 sous le thalweg		" <div>7 Étage supérieur 23^c Au-dessous 31^c " </div>									

2. Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — A. 3. S_p = Longueur (col. 2) \times Largeur entre parapets (col. 3) — C'est la surface offerte à la circulation.4. W = Surface vue de l'élévation \times Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élévation au-dessus des fondations \times Largeur entre parapets.Pour S_p , W, W', voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — B.

**VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ
PONTS A PLUSIEURS GRANDES ARCHES
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE**

SÉRIE $\hat{A}^n F^r (\geq 40^m)$

MONOGRAPHIES

PONT VICTORIA

SUR LA WEAR, PRÈS DE LAW LAMBTON (ANGLETERRE, - *Durham*)

*Durham Junction Railway*¹

1836-1838

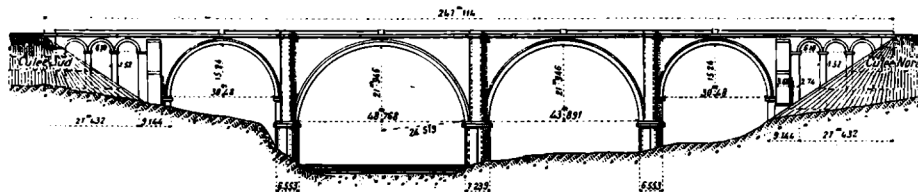
$\hat{A}^n F^r (\geq 40^m)$ ¹

$\Phi_1 (S''_3)$



1. Dispositions d'ensemble. — Les deux grandes arches (arc peu surbaissé de 48^m768 et plein cintre de 43^m891) ont leurs naissances au même niveau, et même montée (S_3).

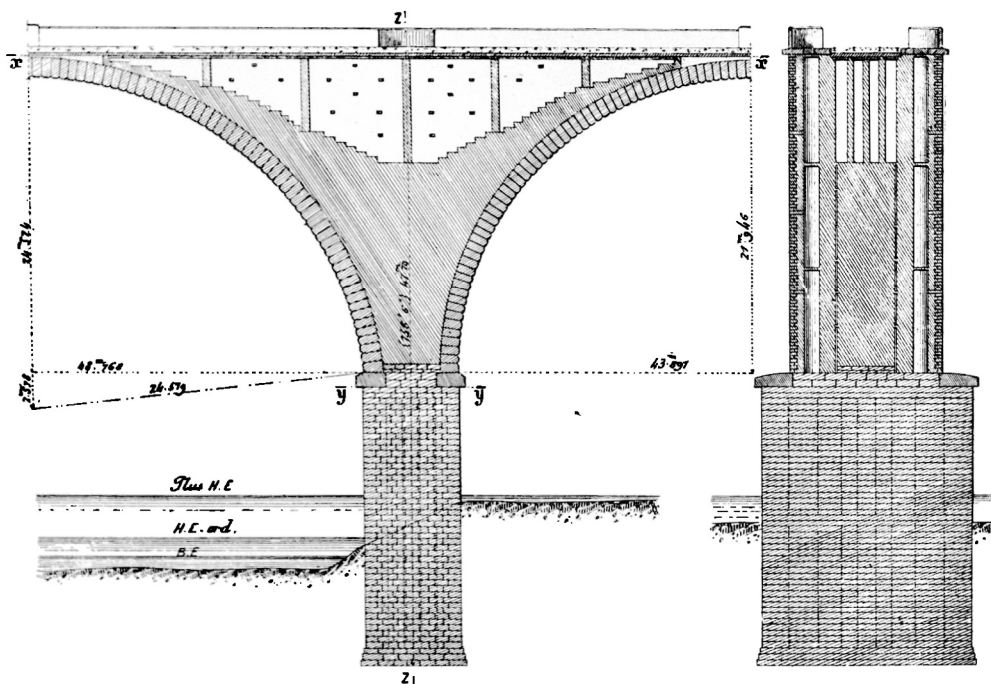
1. — Ligne de Durham à Sunderland.

f_1 — Ensemble — 0^{mm}5 (S'_3)

C'est le seul ouvrage qui ait des voûtes de plus de 40^m, d'intrados différents. Dans le projet primitif, on s'était, paraît-il, inspiré du pont de Trajan à Alcantara (Espagne) (S_1).

On y ajouta, plus tard, à chaque extrémité, trois petits pleins cintres (S_1) : l'aspect n'y a pas gagné.

Le terrain est percé de nombreuses galeries de mine ; l'emplacement, qui est à peu près celui indiqué par Telford, a été choisi de façon à les éviter (S_1).

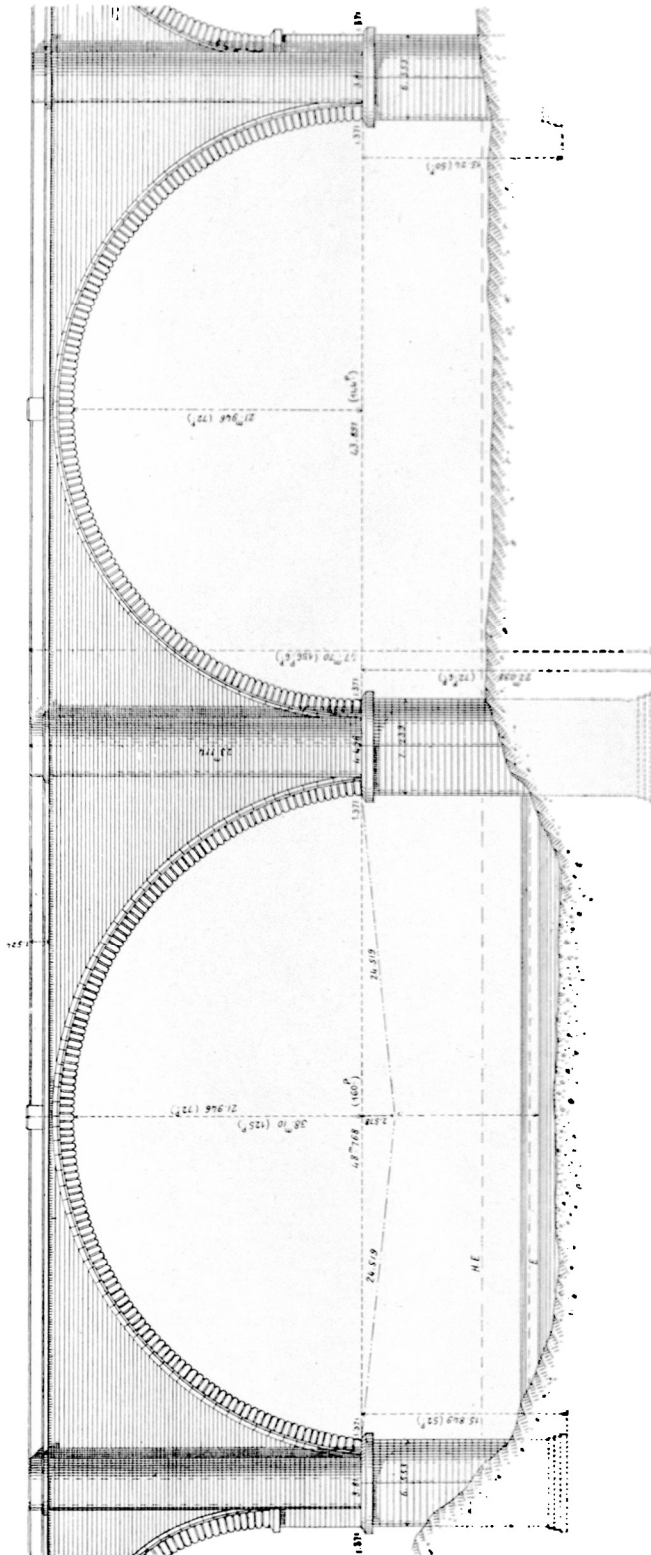
Pile entre les 2 grandes arches — 2^{mm} f_1 — Coupe en long f_2 — Coupe en travers sur xx de f_1 

2. Durée d'exécution (S_1). — Du 17 mars 1836 au 28 juin 1838, 714 jours de travail effectif.

« L'arche de 30^m 48, côté du Nord, comportant 980 tonnes de maçonnerie, fut « entièrement construite en 28 heures. »

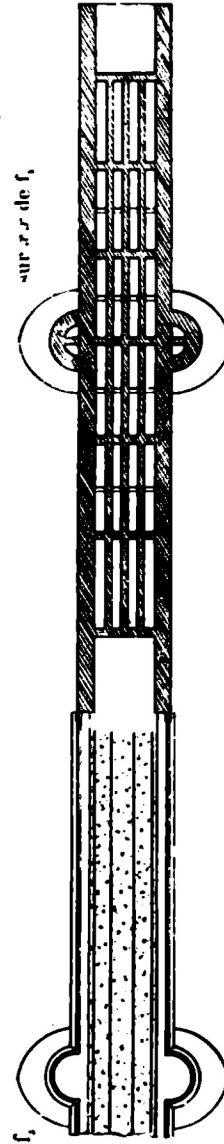
Les deux grandes arches — 2^{mm}

f_1 — Elevation



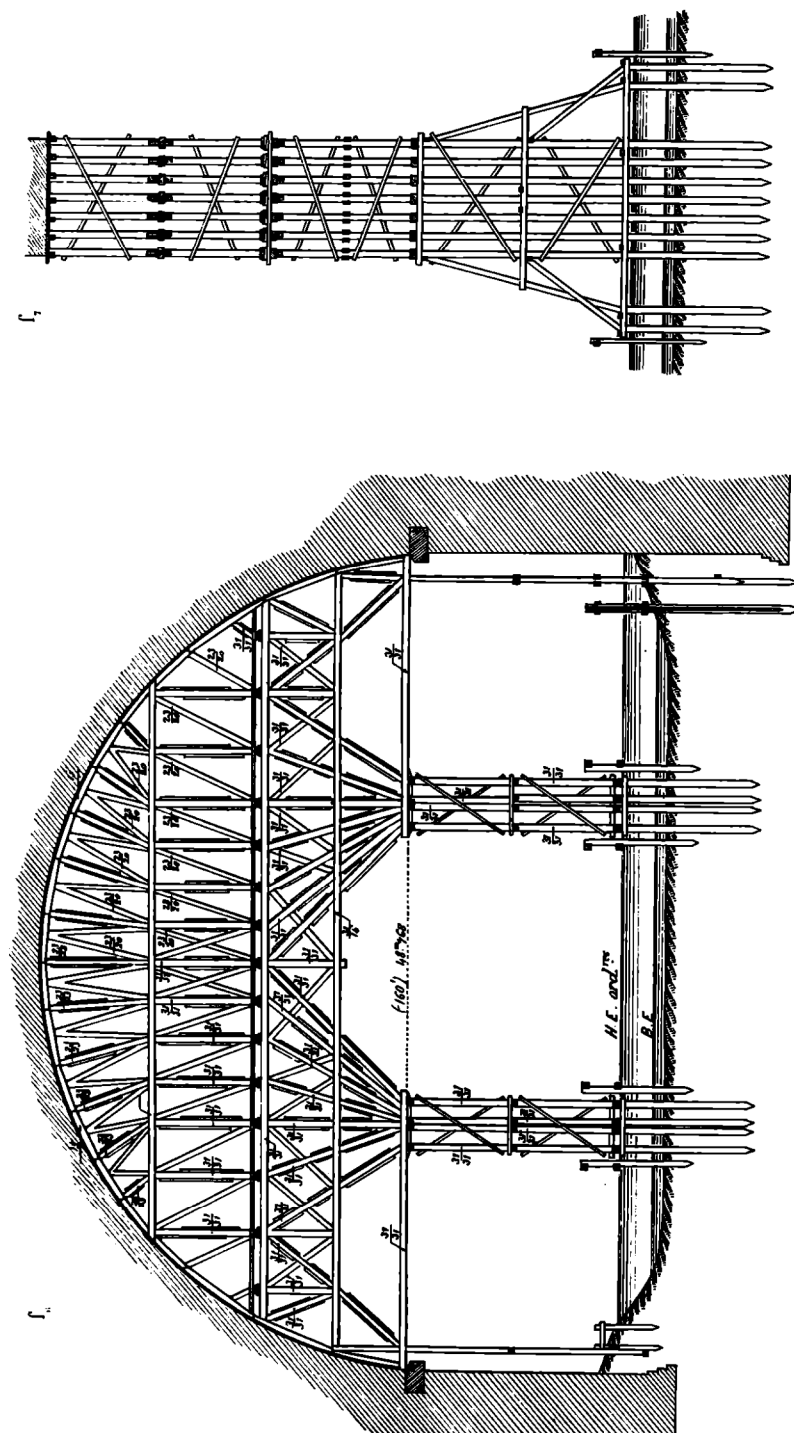
Coupes horizontales

sur xx' de f_1

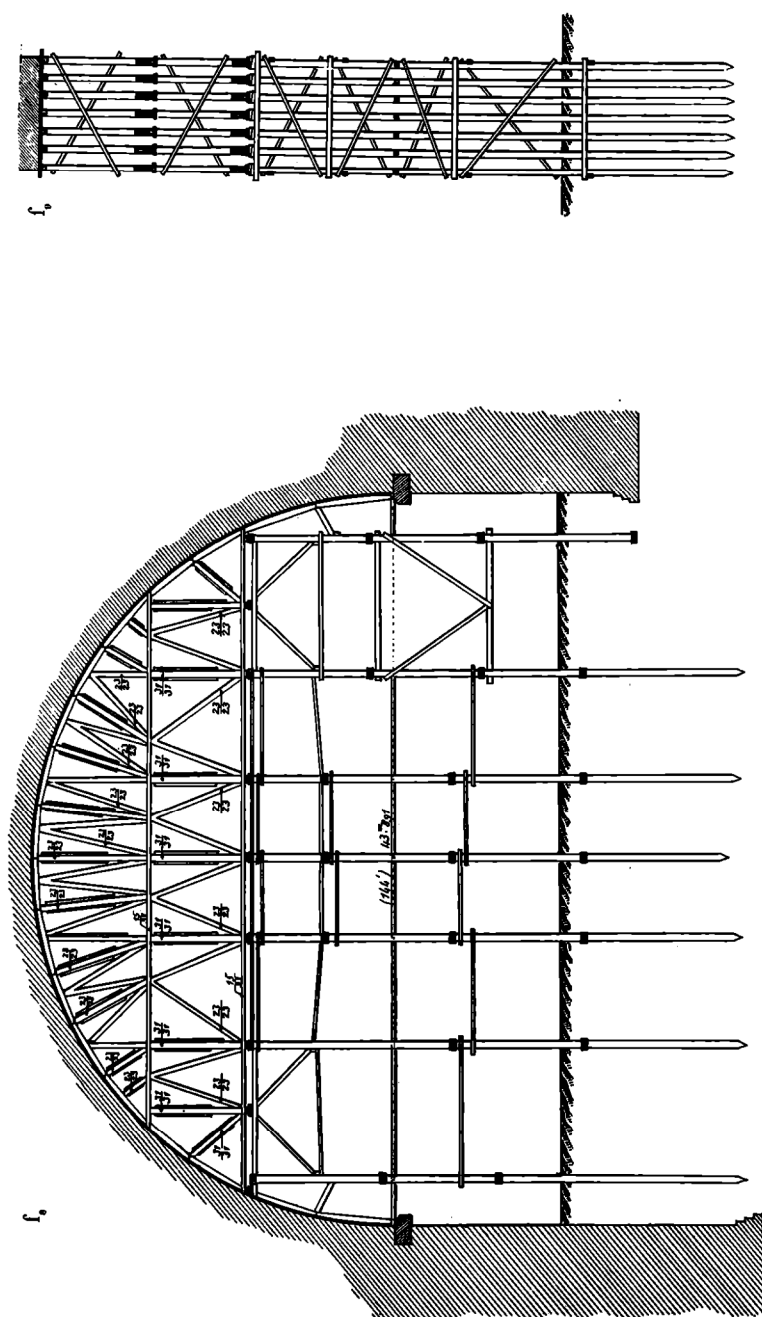


sur yy' de f_1



Cintre de l'arche de 48^m718 — 2^{ème}5 (S₂)

Cintre de l'arche de 43^m891 — 2^mm5 (S₁)



3. Dépenses. — D'après S_3 , £ 38.000, soit 958.360^f.

D'après S_4 « *with the extra works* », £ 40.000 soit 1.008.800^f.

4. Personnel (S_1).

Ingénieurs.

Projet : M. Walker, Président de l'Institut des Ingénieurs Civils, et
M. Burges.

Exécution : M. Harrisson, Ingénieur du « *Durham Junction Ry* ».

Entrepreneurs : MM. Gibb, d'Aberdeen.

SOURCES :

S_1 . — Institution of Civil Engineers. — Minutes of Proceedings, 1843, volume II, n° 559, p. 97, 98, 99 : « *Account of the Victoria Bridge, erected across the River Wear, on the line of the Durham Junction Railway* », David Bremner.

S_3 . — Hann and Hosking : « *The Theory, Practice and Architecture of bridges* », Londres 1839-1852, volume II, p. 120, Pl. 43 : « *Victoria Bridge, on the Durham Junction Railway* ».

S_3 . — Dessins d'exécution (S'_3) et photographies (S''_3), gracieusement communiqués par M. Charles A. Harrisson, Ingénieur en chef du North Eastern, à Newcastle.

PONTES DÉCRITS DANS LE TOME II

INDEX ALPHABÉTIQUE

PONT	Rivière ou voie traversée	Pays	Symbole	Pages	
				Tableau synoptique	Mono- graphie
Adolphe , à Luxem- bourg.....	Pétrusse	<i>Luxembourg</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^1$	60	67
Antoinette	Agoût	<i>France</i>	$\hat{A}^1 Fr (\geq 40m)^5$	118	145
de Berdoulet	Ariège	<i>France</i>	$\hat{A}^1 Fr (\geq 40m)^2$	116	128
de Nydeck, à Berne	Aar	<i>Suisse</i>	$\hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^6$	12	51
du Castelet	Ariège	<i>France</i>	$\hat{A}^1 Fr (\geq 40m)^3$	116	130
de Céret	Tech	<i>France</i>	$\hat{A}^1 Fr (\geq 40m)^7$	120	160
de Cinuskel	Inn	<i>Suisse</i>	$\hat{A}^1 fr (\geq 40m)^3$	178	189
de Claix (Vieux Pont)...	Drac	<i>France</i>	$\hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^4$	10	42
sur la Rocky River, près de Cleveland	Rocky River	<i>États-Unis, Ohio</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^3$	62	95
de Sidi-Rached, à Constantine	Rhumel	<i>Algérie</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^4$	64	107
de Crespano	Astico	<i>Italie</i>	$\hat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^5$	10	46
d' Escot	Gave d'Aspe	<i>France</i>	$\hat{A}^1 Fr (\geq 40m)^{11}$	122	174
sur la Gravona	Gravona	<i>France, - Corse</i>	$\hat{A}^1 fr (\geq 40m)^1$	178	183

PONT	Rivière ou voie traversée	Pays	Symbole	Pages	
				Tableau synoptique	Mono- graphie
de Kleinwolmsdorf	Røeder	<i>Allemagne, Saxe</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ¹	116	125
de Lavaur	Agoût	<i>France</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ⁴	118	135
Adolphe, à Luxembourg , (<i>cité plus haut, sous la lettre A</i>) . .	Pétrusse	<i>Luxembourg</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ¹	60	67
de Nydeck , à Berne, (<i>cité plus haut, sous la lettre B</i>) . .	Aar	<i>Suisse</i>	\hat{A}^1 r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁶	12	51
de Nyons	Eygues	<i>France</i>	\hat{A}^1 r ^{te} ($\geq 40^m$) ²	10	25
sur le Palmgraben	Palmgraben	<i>Autriche</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ⁸	120	164
de Walnut-Lane, à Philadelphie	Wissahickon Creek	<i>États-Unis</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ²	62	83
de Ramounails	Ravin de Ramounails	<i>France</i>	\hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) ²	178	186
sur la Rocky River , près de Cleveland, (<i>cité plus haut, sous la lettre C</i>)	Rocky River	<i>États-Unis, Ohio</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ³	62	95
sur le Rothweinbach	Rothweinbach	<i>Autriche</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ¹⁰	122	171

PONT	Rivière ou voie traversée	Pays	Symbole	Pages	
				Tableau synoptique	Mono- graphie
Saint-Etienne (Ste- fansbrücke)	Ruzbach	<i>Autriche</i>	\hat{A}^1 r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁷	12	55
sur le Schalchgraben	Schalchgraben	<i>Autriche</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ⁹	120	168
de Sidi-Rached , à Cons- tantine, (cité plus haut, sous la lettre G)	Rhumel	<i>Algérie</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁴	64	107
de Tournon	Doux	<i>France</i>	\hat{A}^1 r ^{te} ($\geq 40^m$) ³	10	35
de Tuoi	Cluozza	<i>Suisse</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ⁴	180	194
Victoria	Wear	<i>Angleterre</i>	\hat{A}^n Fr ($\geq 40^m$) ¹	198	201
de Vieille-Brioude (An- cien Pont)	Allier	<i>France</i>	\hat{A}^1 r ^{te} ($\geq 40^m$) ¹	10	15
de Wäldlitobel	Ravin de Klößterle	<i>Autriche</i>	\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ⁶	120	157
de Walnut Lane , à Phi- ladelphie, (cité plus haut, sous la lettre P)	Wissahickon Creek	<i>États-Unis</i>	$\hat{A}^1 \hat{A}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ²	62	83

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME II

AVERTISSEMENT	Pages 1
1. Divisions de l'ouvrage. — 2. Classement des Ponts en séries. — 3. Classement dans chaque série par date d'exécution. — 4. Tableaux synoptiques. — Monographies (p. I). — 5. Suite, dans chaque monographie, de figures, planches, photographies, renvois, sources. — 6. Désignation abrégée des matériaux aux tableaux synoptiques et aux dessins (p. II). — 7. Unités adoptées pour comparer les quantités et dépenses. — A. Cintres. — B. Ouvrage (p. III).	

1^{RE} PARTIE. — VOÛTES INARTICULÉES *(Suite)*

PRÉLIMINAIRES.....	3
1. Groupement en séries des Ponts à voûtes inarticulées. — 2. Séries par intrados. — Symboles (p. 3). — 3. Ponts à une seule grande arche et Ponts à plusieurs grandes arches. — 4. Séries par voie portée. — 5. Ponts en deux anneaux. — 6. Ponts ayant une voûte ou des voûtes de 40 ^m ou plus de portée. — 7. Exemples : Sens de quelques symboles (p. 4).	

LIVRE I. - DESCRIPTION DES PONTS QUI ONT OU AVAIENT DES VOÛTES INARTICULÉES DE 40^m ET PLUS DE PORTÉE.

TABLEAUX SYNOPTIQUES. — MONOGRAPHIES.

(Suite)

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE \hat{A}^1 1^{re} ($\geq 40^m$)

TABLEAU SYNOPTIQUE.....	10
-------------------------	----

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE \hat{A}^1 r^{le} ($\geq 40^m$) (Suite)

MONOGRAPHIES :

	Pages.
\hat{A}^1 r ^{le} ($\geq 40^m$) ¹ . — Ancien Pont sur l'Allier, à Vieille-Brioude (FRANCE, — Haute-Loire) (Peut-être commencé avant 1340; refait ou réparé à partir de 1454; fini avant 1479) (<u>Ecroulé en 1822</u>).....	15
<p>TEXTE. — 1. Dates d'exécution (p. 15). — 2. Péage au profit des Ducs d'Orléans (p. 16). — 3. Dessins et dimensions. — 4. Épaisseur à la clef. — 5. Matériaux (p. 17). — 6. Défaut d'entretien. — 7. Construction d'un pont en aval. Sa chute. — 8. Exhaussement et restauration de l'ancien pont (1794-1806) (p. 20). — 9. Chute du pont (27 mars 1822). — SOURCES (p. 22).</p> <p>DESSINS. — f₁. Élévation amont. — f₂. Élévation aval (p. 18). — f₃. Coupe en travers à la clef (p. 17). — f₄. Pont exhaussé et « restauré » (1806 à 1822). Élévation aval (p. 21).</p>	
\hat{A}^1 r ^{le} ($\geq 40^m$) ² . — Pont sur l'Eygues, à Nyons (FRANCE, — Drôme) (commencé après 1351; peut-être fini en 1407).....	25
<p>TEXTE. — 1. Principales dispositions (p. 25). — 2. Histoire. — A. 5 février 1361. — Prix fait avec Thibault de Noyx. — B. En 1398, on n'avait encore fait que les culées (p. 26). — C. 4 mars 1398. Prix fait pour la continuation du pont avec Guillaume de Pays. — D. 25 février 1399. Mandement de l'évêque de Die. — E. Acte du 8 septembre 1399. — F. 5 février 1400. — G. 15 février 1407 (p. 27). — H. 1410. Testament de Beatrix du Puy, dame de Brueis. — I. Ressources pour l'exécution du pont. — J. « Tour » sur le sommet de la voûte. — K. Résumé. — SOURCES (p. 28).</p> <p>DESSIN. — f₁. Élévation amont (p. 25).</p> <p>PHOTOGRAPHIE. — Φ_1. amont (p. 26).</p>	
\hat{A}^1 r ^{le} ($\geq 40^m$) ³ . — Pont sur le Doux, près de Tournon (FRANCE, — Ardèche) (après 1351 - avant 1583).....	35
<p>TEXTE. — 1. Dimensions et dispositions. — 2. Histoire. — A. 1251. — B. 10 mai 1252 (p. 35). — C. 8 février 1350. — D. 11 novembre 1351. — E. 17 novembre 1376. — F. 30 novembre 1379. — G. 20 mai 1382. — H. 6 juin 1382. — I. En 1444, le pont n'était pas terminé. — J. En 1583, le pont était terminé (p. 37). — K. Le pont a-t-il été construit par le Cardinal François de Tournon (1489-1562)? — L. Résumé (p. 38). — 3. Réparations. — SOURCES (p. 39).</p> <p>DESSINS. — f₁. Élévation amont. — f₂. Coupe en long (p. 36).</p> <p>PHOTOGRAPHIE. — Φ_1. amont (p. 35).</p>	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE \hat{A}^1 $r^{le} \geq 40^m$ (Suite)

	Pages.
\hat{A}^1 $r^{le} \geq 40^m$ ⁴ . — Vieux Pont sur le Drac, à Claix (FRANCE, — Isère) (1608-1611).....	42
<p><i>TEXTE.</i> — 1. Dimensions. — 2. Intrados (p. 42). — 3. Appareil. — 4. Déformations en plan (p. 43). — 5. Histoire (p. 44). — <i>SOURCES</i> (p. 45).</p> <p><i>DESSINS.</i> — f_1. Élévation amont. — f_2. Plan. — f_3. Retombées (p. 42). — f_4. Plan par-dessus (XVIII^e siècle). — f_5. Plan par-dessus (actuel), les parapets enlevés (p. 43).</p> <p><i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1. amont (p. 43).</p>	
\hat{A}^1 $r^{le} \geq 40^m$ ⁵ . — Pont sur l'Astico, à Crespano (ITALIE, — Vénétie) (1832-1836).....	46
<p><i>TEXTE.</i> — 1. Premier pont, écroulé en 1830. — 2. Pont actuel. Intrados (p. 46). — 3. Matériaux de la grande voûte. — 4. Tympan et remplissage au-dessus de la voûte. — 5. Cintre. — 6. Construction de la voûte (p. 48). — 7. Décintrement. — 8. Dates (p. 49). — 9. Dépense. — 10. Ingénieur. — <i>SOURCES</i> (p. 50).</p> <p><i>DESSINS.</i> — f_1. Élévation. — Cintre : f_2. Élévation, — f_3. Coupe en travers (p. 47), — f_4, f_5. Tasseaux, coins, couchis, platelage (p. 48). — f_6. Exécution de la voûte. Disposition des briques formant un « voussoir » (p. 49).</p> <p><i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1. aval (p. 46).</p>	
\hat{A}^1 $r^{le} \geq 40^m$ ⁶ . — Pont de Nydeck , sur l'Aar, à Berne (SUISSE) (1840-1844).....	51
<p><i>TEXTE.</i> — 1. Dispositions à signaler (p. 51). — 2. Cintre. — 3. Exécution. — <i>A. Fondations de la pile-culée rive droite</i> (p. 53). — <i>B. Grande voûte.</i> — 4. Dates. — 5. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 54).</p> <p><i>DESSINS.</i> — f_1. Ensemble. — f_2. Grande voûte. — f_3. Coupe en long. — f_4. Coupe en travers (p. 52). — Cintre : f_5. Élévation, — f_6, f_7. Vaux (p. 53).</p> <p><i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1. amont (p. 51).</p>	
\hat{A}^1 $r^{le} \geq 40^m$ ⁷ . — Pont Saint-Étienne (<i>Stefansbrücke</i>), sur la Ruzbach, (AUTRICHE, — Tyrol) (1842-1846).....	55
<p><i>TEXTE.</i> — 1. Dispositions à signaler (p. 55). — 2. Date. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 57).</p> <p><i>DESSINS.</i> — f_1. Élévation. — f_2. Coupe en long. — f_3. Coupe en travers aux reins — f_4. Cintre (p. 56).</p> <p><i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1. (p. 55).</p>	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX

A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)$

Pages.

TABLEAU SYNOPTIQUE	60
MONOGRAPHIES :	

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)$ 1. — Pont Adolphe , sur la vallée de la Pétrusse, à Luxembourg (1899-1903).....	67
--	----

TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte (p. 67). — 2. Déclivités. — 3. Deux ponts jumeaux portant un plancher en béton armé. — 4. Intrados. — 5. Extrados. — 6. Voûtes d'évidement. — 7. Voûtes extrêmes de 21^m60. — 8. Corniche (p. 68). — 9. Parapet. — 10. Cartouches. — 11. Pierres. — 12. Mortiers. — A. *Laitier granulé et : 1^o Ciment artificiel Vicat n° 1 ; 2^o Chaux de Strassen.* — B. *Laitier granulé, Sable fin de la Moselle et Chaux Pavin de Lafarge* (p. 69). — 13. Chape. — 14. Pont de service. — 15. Cintre. — A. *Description des fermes* (p. 70). — B. *Contreventement* (p. 72). — C. *Travail.* — D. *Surhaussement* (p. 73). — E. *Quantités et Dépenses.* — F. *Temps par mètre cube de bois.* — 16. Transport du cintre de la 1^{re} voûte (aval) sous la 2^{me} (amont). — A. *1^{re} Opération : Installation, sous le cintre, du dispositif de glissement* (p. 74). — B. *2^e Opération : Transport du cintre* (p. 75). — C. *Comment on a guidé le cintre pendant son transport.* — 17. Exécution des grandes voûtes. — A. *Rouleaux et tronçons* (p. 76). — B. *Accident à la 2^e voûte, voûte amont (5 mai 1902)* (p. 78). — C. *Bandes de plomb dans les joints.* — 18. Décintrement (p. 80). — 19. Dépenses. — 20. Mouvements dus aux changements de température (p. 81). — 21. Dates. — 22. Personnel (p. 82).

DESSINS. — 1^o HORS-TEXTE. — Pl₁ (p. 68^{1er}). — f₁. Élévation aval. — f₂. Plan par-dessus.

Pl₁ (p. 68^{1er}). — f₃. Coupe en long sur l'axe du pont aval. — Coupes en travers des grandes voûtes : f₄. à la clef, — f₅. aux naissances. — Culées extrêmes : f₆. Coupe en travers, — f₇. Coupe horizontale. — Retombée des grandes voûtes : f₈. Élévation, — f₉. Profil du sommier, — f₁₀. Profil de l'architrave. — f₁₁. Archivolte des grandes voûtes. — Appui d'une pile sur la grande voûte : f₁₂. Élévation, — f₁₃. Coupe en long.

Pl₂ (p. 68^{2e}). — Détails. — Couronnement. — Cartouches. — Clefs. — Pilastres. — f₁₄. Cerveau de la grande voûte. — Cerveau des voûtes de 21^m60 : f₁₅. Élévation, — f₁₆. Saillie des clefs et contre-clefs, — f₁₇. Corniche. — Pilastres : f₁₈. Élévation, — f₁₉. Profil des corbeaux, — f₂₀. Profil des bossages. — f₂₁. Archivolte des voûtes d'évidement. — Chapiteaux des piles du viaduc d'évidement : f₂₂. Élévation, — f₂₃. Coupe horizontale, — f₂₄, f₂₅. Profils. — f₂₆. Balustre.

Pl₃ (p. 72^{bis}). — Cintre. — f₂₇. Demi-ferme de rive et demi-ferme intermédiaire. — Contreventement du chevalement par des traverses et des câbles martingales : f₂₈. Plan, — f₂₉, f₃₀. Attache des câbles sur les traverses.

Pl₄ (p. 72^{1er}). — Cintre (Suite). — f₃₁. Coupe en travers à la clef. — f₃₂. Contrevents. — Assemblages : f₃₃. Vaux ; — f₃₄, f₃₅. Sommet de la clef pendante. Élévation et vue de côté. — Attache des câbles : Nœud de l'entrait : f₃₆. Élévation, — f₃₇. Vue de côté, — f₃₈. Culots, — f₃₉. Brides ; — Nœud de 2 arbalétriers : f₄₀. Élévation, — f₄₁. Vue de côté, — f₄₂. Culot. — Pied du chevalement : f₄₃. Élévation, — f₄₄, f₄₅. Vues de côté.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX
A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTESÉRIE $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)$ (Suite) $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)^1$. — Pont Adolphe, à Luxembourg (Suite).

Pages

DESSINS (Suite).

2° DANS LE TEXTE. — f_{10} . Profil en long de la chaussée. — f_{11} . Comment sont définis l'intrados et l'extrados (p. 68). — Transport du cintre de la 1^{re} voûte sous la 2^e : f_{12} . Pied de l'arbalétrier inférieur, soulevé (p. 74). — f_{13} . Dispositif de glissement. Coupe en travers sur l'axe d'une pile du cintre. — Disposition du vérin : 1° avant la 1^{re} manœuvre : f_{14} . Coupe en travers, — f_{15} . Plan ; — 2° à la fin de la 1^{re} manœuvre : f_{16} . Coupe en travers ; — 3° avant la 2^e manœuvre : f_{17} . Coupe en travers (p. 75). — f_{18} . Câble guidant le cintre à la clef (p. 76). — Culée rive droite de la voûte amont — 5 mai 1902 (avant l'accident) : f_{19} . Élévation, — f_{20} . Coupe en long (p. 78). — f_{21} . Coins pour le décintrement de la 2^e voûte (amont). — f_{22} . Appareil Lannusse pour mesurer les allongements et raccourcissements (p. 80). f_{23} . Mouvements dus aux variations de température. Coupe en long sur l'axe (p. 81).

PHOTOGRAPHIES. — 1° Hors-TEXTE (p. 68^{bis}) — Φ_2 . Grandes voûtes — Aval — juin 1904.

2° DANS LE TEXTE. — Φ_1 . Ensemble — Aval — juin 1904 (p. 67). — Cintre et Pont de service — mai 1901 : Φ_3 . Ensemble (p. 71). — Φ_4 . Vue de côté (p. 72). — Φ_5 . Cerveau (p. 73). — Exécution des grandes voûtes. — 1^{re} voûte (voûte aval) — 1^{er} rouleau : Φ_6 . Culée ville, aval — 3 juin 1901 (p. 76) ; — Vues dans l'axe de la voûte : Φ_7 . 3 juin 1901, — Φ_8 . 14 juin 1901 (p. 77). — 2^e voûte (voûte amont) — Culée rive droite — 24 mai 1902. Réparation après l'accident du 5 mai : Φ_9 , amont, — Φ_{10} , aval (p. 79).

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)^2$. — Pont de Walnut Lane, dans Fairmount Park, sur le Wissahickon Creek, à Philadelphie (ÉTATS-UNIS) (1906-1908).....

83

TEXTE. — 1. Dispositions d'ensemble (p. 83). — 2. Grandes voûtes. Intrados. — 3. Matériaux (p. 84). — 4. Tympan élargi. — 5. Tablier en béton armé sous chaussée (p. 85). — 6. Joints de dilatation (p. 86). — 7. Voûtes transversales entre les pilastres. — 8. Bétons. — A. Composition. — B. Essais (p. 87). — 9. Cintre des grandes voûtes. — A. Piles en béton. — B. Palées en acier. — C. Étage inférieur des fermes en bois (p. 88). — D. Étage supérieur des fermes en bois. — 10. Fondations. — 11. Construction des grandes voûtes. — A. Exécution des tranches (p. 89). — B. Clavages entre les tranches (p. 90). — C. Parements vus (p. 91). — 12. Décintrement. — 13. Transport du cintre de la première voûte sous la deuxième. — 14. Dates (p. 92). — 15. Mouvements dus aux variations de température. — 16. Personnel (p. 93). — SOURCES (p. 94).

DESSINS. — f_1 . Ensemble. — Coupes en travers : f_2 , à la clef des grandes voûtes, — f_3 , à la clef des voûtes d'accès (p. 83). — f_4 . Grande arche (p. 84). — f_5 . Tympan. Coupe en travers. — Tablier en béton armé : f_6 , f_7 . Coupes en travers, — f_8 . Coupe en long. — Appui des plus hautes piles sur les grandes voûtes. Coupe en long (p. 85). — Joints de dilatation : f_{10} . Coupe en long, — f_{11} . Coupe horizontale (p. 86). — Cintre des grandes voûtes : f_{12} . Élévation, — f_{13} . Coupe en travers (p. 88). — f_{14} . Assemblage des vau (p. 89). — Construction des grandes voûtes. Tranches et clavages : f_{15} . Coupe en long, — f_{16} . Coupe en travers (p. 90). — f_{17} . Mouvements des clefs dus aux variations de température (p. 93).

PHOTOGRAPHIES. — Φ_1 . Cerveau des grandes voûtes (p. 86). — Φ_2 . Exécution par tranches d'une grande voûte (p. 91).

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX

A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)$ (Suite)

Pages.

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)^3$. — Pont sur la Rocky River, près de Cleveland (ÉTATS-UNIS, - Ohio) (1908-1910)..... 95

TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — 2. Dispositions à signaler (p. 95). — 3. Grandes voûtes. Intrados. — 4. Tablier en béton armé sous chaussée (p. 97). — 5. Joints de dilatation. — 6. Chaussée. — 7. Composition du béton (p. 98). — 8. Efforts maxima et minima à l'intrados et à l'extrados (p. 99). — 9. Cintre. — A. Ferme (p. 100). — B. Appui de chaque ferme aux retombées. — 10. Exécution des parements vus des pilastres. — 11. Construction des grandes voûtes. — A. Exécution des tranches (p. 102). — B. Remplissage des vides entre les tranches. — C. Bandeaux (p. 103). — 12. Mouvements observés pendant la construction du 1^{er} anneau (anneau Sud). — A. Mouvements du cintre pendant le bétonnage des tranches (p. 104). — B. Mouvements de la clef après clavage. — 13. Décintrement. — 14. Transport du cintre (p. 105). — 15. Exécution du 2^e anneau. — 16. Dates. — 17. Personnel. — Sources (p. 106).

DESSINS. — f_1 . Ensemble. — f_2, f_3 . Coupes en travers à la clef, aux reins des grandes voûtes, à la clef des voûtes d'accès (p. 95). — Grande voûte : f_4 . Élévation (p. 96). — f_5 . Coupe en long. — f_6 . Coupe horizontale (p. 97). — Tablier en béton armé : f_7 . Coupes en travers à la clef des grandes voûtes, des voûtes d'élégissement ; — f_8, f_9 . Coupes en long au-dessus d'un anneau et au-dessus du vide entre les anneaux (p. 98). — f_{10} . Efforts maxima et minima à l'intrados et à l'extrados (p. 99). — Cintre en acier, à 3 articulations : f_{11} . Élévation d'une 1/2 ferme, — f_{12} . Coupe en travers ; — f_{13} . Vaux, couchis, entretoises. Coupe en long, — f_{14}, f_{15} . About des vaux. Élévation et plan, — f_{16} . Assemblages, — f_{17}, f_{18} . Coins à vis sous les fermes. Élévations ; — Coupe des membrures des fermes : f_{19} . Semelle supérieure, — f_{20} . Semelle inférieure, — f_{21} . Barres de treillis (p. 101) ; — f_{22}, f_{23} . Appui des fermes. Élévations (p. 102). — f_{24} . Construction des grandes voûtes. Ordre d'exécution des tranches et des clavages. Coupe en long (p. 103). — f_{25} . Mouvements de la clef de l'anneau Sud, après clavage (p. 105).

PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 . Cintre (p. 100).

$\hat{A}^1 \hat{A}^1 r^{1e} (\geq 40^m)^4$. — Pont de Sidi-Rached, sur le Rhumel, à Constantine (FRANCE, - Algérie) (1908-1912)..... 107

TEXTE. — 1. Deux ponts jumeaux (p. 107). — 2. Pourquoi on a fait une grande arche en maçonnerie. — 3. Couronnement. — 4. Matériaux. — A. Sable. — B. Appareil (p. 109). — 5. Cintres des grandes voûtes. — A. Pourquoi on a construit deux cintres. — B. Dépense (p. 111). — C. Prix d'unité. — 6. Exécution des grandes voûtes. — 7. Mouvements du cintre en plan (p. 112). — 8. Dates d'exécution des grandes voûtes. — 9. Décintrement. — 10. Dalle en béton armé. — 11. Quelques prix d'unité. — 12. Salaires (p. 113). — 13. Personnel. — Sources (p. 114).





DESSINS. — f_1 . Ensemble, amont. — f_2 . Grande arche, amont (p. 108). — f_3 . Coupe en long. — f_4 . Demi-coupes en travers à la clef, aux reins des grandes voûtes. — f_5 . Couronnement (p. 109). — Cintre : f_6 . Élévation, — f_7 . Coupe en travers (p. 110). — Exécution des grandes voûtes : f_8 . 1^{er} rouleau. Coffrages ; taquets ; joints secs ; ordre des clavages ; — f_9 . Voûte achevée. Ordre des clavages (p. 112).

PHOTOGRAPHIES. — Φ_1 . Grandes voûtes (p. 107). — Φ_2 . Cintre (p. 111).

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ (Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE F^r ($\geq 40^m$)

	Pages
TABLEAU SYNOPTIQUE.....	116
MONOGRAPHIES :	
 F ^r ($\geq 40^m$) ¹ . — Pont sur le ruisseau de la Røder, près de Kleinwolmsdorf (ALLEMAGNE, — Saxe) (1844-1845).....	125
<i>TEXTE.</i> — 1. Ce qu'on observait en 1908 (p. 125). — 2. SOURCES (p. 127).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation (p. 125). — f ₂ . Bandeaux (p. 126).	
<i>PHOTOGRAPHIES.</i> — Φ_1 . Ensemble. — Φ_2 . Bandeaux (p. 126).	
 F ^r ($\geq 40^m$) ² . — Pont de Berdoulet , sur l'Ariège (FRANCE, — Ariège) (1860-1861).....	128
<i>TEXTE.</i> — 1. Exécution de la voûte (p. 128). — 2. Personnel. — SOURCES (p. 129).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation. — Cintre : f ₁ . Élévation, — f ₂ . Coupe en travers (p. 128).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 129).	
 F ^r ($\geq 40^m$) ³ . — Pont du Castelet , sur l'Ariège (FRANCE, — Ariège) (1882-1883).....	130
<i>TEXTE.</i> — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — 2. Appareil (p. 130). — 3. Cintre. — 4. Exécution de la grande voûte. — A. 1 ^{er} rouleau. — A ₁ . Épaisseur (p. 132). — A ₂ . Division en tronçons. — A ₃ . Ordre d'exécution des tronçons (p. 133). — B. 2 ^e rouleau. — C. Tassement, à la clef, du cintre. — 5. Décintrement. — 6. Personnel (p. 134).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation aval (p. 130). — f ₂ . Coupe en long. — f ₃ . Coupe en travers à la clef. — Appareil des bandeaux : f ₄ . Cerveau, — f ₅ . Retombées. — f ₆ . Retombées des piles sur la grande voûte. Coupe en long (p. 131). — Cintre : f ₇ . Élévation, — f ₈ . Coupe en travers (p. 132). — Exécution de la grande voûte. Coupes en long : f ₉ . 1 ^{er} rouleau. Construction des tronçons II et III, — f ₁₀ . Voûte terminée.	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — HORS-TEXTE (p. 132 ^{bis}). Φ_1 - aval.	
 F ^r ($\geq 40^m$) ⁴ . — Pont sur l'Agoût, à Lavaur (FRANCE, — Tarn) (1882-1884).....	135
<i>TEXTE.</i> — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte (p. 135). — 2. Archivolt (p. 136). — 3. Cintre (p. 137). — 4. Exécution de la grande voûte. — A. Division en rouleaux (p. 138). — B. 1 ^{er} rouleau. — B ₁ . Division en tronçons. — B ₂ . Ordre d'exécution des tronçons (p. 139). — B ₃ . Clavages. — C. 2 ^e rouleau (p. 141). — D. 3 ^e rouleau. — E. Tassements, à la clef, du cintre (p. 142). — 5. Décintrement. — 6. Mouvements au passage des trains (p. 143). — A. Emplacement des appareils. — B. Mouvements observés. — 7. Personnel (p. 144).	
<i>DESSINS.</i> — 1 ^o HORS-TEXTE. — Pl ₁ (p. 136 ^{bis}). — f ₁ . Élévation amont. — f ₂ . Coupe en long. — f ₃ , f ₄ . Coupes en travers : à la clef, sur l'axe d'un pilastre.	
2 ^o DANS LE TEXTE. — f ₅ . Couronnement et archivolt. Coupe en travers à la clef. — f ₆ , f ₇ . Appareil des têtes : à la clef, aux reins. — f ₈ , f ₉ . Profils de l'archivolt : à la clef, aux reins. — f ₁₀ . Appui des piles sur le dos de la grande voûte. Coupe en long (p. 136). — f ₁₁ , f ₁₂ . Naissances des voûtes d'évidement. Élévation et Coupe. — Parapet au-dessus de la grande voûte : f ₁₃ . Élévation, — f ₁₄ . Coupe. — Parapet au-dessus des voûtes d'accès : f ₁₅ . Élévation, — f ₁₆ . Coupe. — Cintre : f ₁₇ . Élévation, — f ₁₈ . Coupe en travers (p. 137).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE \hat{A}^1 Fr $\geq 40^m$ (Suite)

Pages.

\hat{A}^1 Fr $\geq 40^m$ 4. — Pont de Lavour (Suite).

DESSINS (Suite).

Exécution de la grande voûte : f_{19} . 1^{er} rouleau en cours. Coupe en long ; - Coffrages aux naissances : f_{20} . Vue par-dessus, - f_{21} . Élévation, - f_{22} . Coupe en long (p. 139) ; - f_{23} . Coffrage à 44°. Vue par-dessus ; - Taquets à 14° et 29° : f_{24} . Vue par-dessus, - f_{25} . Coupe en long (p. 140). - f_{26} . Voûte achevée. Coupe en long (p. 142). - f_{27} . Mouvements au passage des trains. Emplacement des appareils (p. 144).

PHOTOGRAPHIES. — 1° Hors-TEXTE (p. 136^{ter}). — Φ_2 - amont.

2° DANS LE TEXTE. — Φ_1 - amont (p. 135). — Φ_3 . Cintre (p. 138). — Φ_4 . Construction de la voûte. 1^{er} rouleau (p. 140). — Φ_5 . État du Pont au décintrement (p. 143).

\hat{A}^1 Fr $\geq 40^m$ 5. — Pont Antoinette, sur l'Agoût (FRANCE, - Tarn) (1883-1884).....

145

TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — 2. Archivolt (p. 145). — 3. Cintre. — 4. Culées. — 5. Exécution de la grande voûte. — A. *Division en rouleaux*. — B. 1^{er} rouleau. — B₁. *Division en tronçons* (p. 146). — B₂. *Ordre d'exécution des tronçons* (p. 147). — B₃. *Clavages*. — C. 2^e rouleau. — D. 3^e rouleau. — E. *Tassements, à la clef, du cintre*. — 6. Décintrement (p. 148). — 7. Mouvements au passage des trains. — A. *Emplacement des appareils*. — B. *Mouvements observés*. — C. *Observations sur les graphiques tracés par les appareils* (p. 149). — 8. Personnel (p. 150).

DESSINS. — 1° Hors-TEXTE. — Pl₁ (p. 144^{bis}). — f_1 . Élévation aval. — f_2 . Coupe en long, côté rive droite. — f_3 , f_4 . Coupes en travers : à la clef, aux retombées. — Culée rive gauche : f_5 . Coupe en long, - f_6 . Coupe en travers, - f_7 . Coupe horizontale. — f_{14} . Couronnement. Élévation. — f_{15} . Voûtes d'évidement. Coupe en long. — Cintre : f_{16} . Élévation, - f_{17} . Coupe en travers.

2° DANS LE TEXTE. — f_8 . Couronnement et archivolt. Coupe en travers à la clef. — f_9 , f_{10} . Profils de l'archivolt : à la clef, aux retombées. — f_{11} , f_{12} . Appareil des têtes : à la clef, aux reins. — f_{13} . Appui des piles sur le dos de la grande voûte. Coupe en long (p. 145). — Exécution de la grande voûte : f_{18} . 1^{er} rouleau en cours. Coupe en long (p. 146). — f_{19} . Voûte achevée. Coupe en long (p. 148). — f_{20} . Mouvements au passage des trains. Emplacement des appareils (p. 149).

PHOTOGRAPHIES. — 1° Hors TEXTE (p. 148^{bis}). — Φ_1 - aval.

2° DANS LE TEXTE. — Φ_3 . Construction de la voûte. 1^{er} rouleau (p. 147).

\hat{A}^1 Fr $\geq 40^m$ 3, 4, 5. — Pont du Castelet, de Lavour, Antoinette.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX ET PRIX DE REVIENT, RAPPROCHÉS EN TABLEAUX COMPARATIFS.....

151

TABLEAU I. — Ponts de service et installations. — Quantités. Dépenses.....	152
— II. — Cintres. — Prix de revient total.....	153
— III. — Cintres. — Cube de bois. — Poids de fer. — Prix de revient à l'unité.....	154
— IV. — Exécution des grandes voûtes. — Renseignements autres que les prix de revient.....	155
— V. — Prix de revient du mètre cube de grande voûte.....	156
— VI. — Prix de revient des ouvrages.....	156

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTIS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALESÉRIE \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) (Suite)

	Pages
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)6. — Pont de Wäldlitobel , sur le ravin de Klösterle, (AUTRICHE, — Vorarlberg) (1883-1884).....	157
<i>TEXTE.</i> — 1. Cintre. — 2. Exécution de la grande voûte (p. 157). — 3. Quantités et dépenses. — 4. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 159).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Élévation. — f_2 . Cintre. Appuis des tronçons du cerveau. — f_3 . Coupe en travers du cintre (p. 158).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 157).	
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)7. — Pont sur le Tech, à Céret (FRANCE, — Pyrénées-Orientales) (1883-1885).....	160
<i>TEXTE.</i> — 1. Pourquoi on a fait une grande arche. — 2. Aspect (p. 160). — 3. Cintre. — 4. Construction de la grande voûte. — A. <i>Division en rouleaux et tronçons.</i> — B. <i>1^{er} rouleau.</i> — C. <i>2^e rouleau.</i> — 5. Mouvements dus à la température (p. 162). — 6. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 163).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Ensemble. — f_2 . Grande voûte. — Cintre : f_3 . Élévation, — f_4 . Coupe en travers (p. 161).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 - amont (p. 160).	
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)8. — Pont sur le Palmgraben (Haute-AUTRICHE) (1904-1905)... ..	164
<i>TEXTE.</i> — 1. Chape Leiss-Zuffer (p. 164). — 2. Cintre. — 3. Appareil de décintrement de M. l'Ingénieur en chef Zuffer. — 4. Dates. — 5. Personnel (p. 166). — <i>SOURCES</i> (p. 167).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Élévation. — f_2 . Coupe en long. — f_3 . Coupe en travers à la clef. — Culée : f_4 . Coupe en long, — f_5 . Coupe horizontale. — Cintre : f_6 . Élévation, — f_7 . Coupe en travers (p. 165). — Appareil de décintrement Zuffer : f_8 . Élévation, — f_9 . Coupe en travers (p. 166).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 164).	
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)9. — Pont sur le Schalchgraben (Haute-AUTRICHE) (1904-1905).....	168
<i>TEXTE.</i> — 1. Voûtes d'élégissement. — 2. Aspect (p. 168). — 3. Cintre. — 4. Dates. — 5. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 170).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Élévation. — f_2 . Coupe en long. — f_3 . Coupe en travers. — f_4 . Coupe horizontale d'une culée. — f_5 . Couronnement (p. 169). — Cintre : f_6 . Élévation, — f_7 . Coupe en travers (p. 170).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , p. 168).	
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)10. — Pont sur le Rothweinbach (AUTRICHE, — Carinthie) (1904-1905).....	171
<i>TEXTE.</i> — 1. Aspect. — 2. Cintre (p. 171). — 3. Dates. — 4. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 173).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Élévation. — f_2 . Coupe en long. — f_3 . Coupe en travers à la clef. — f_4 . Cintre (p. 172).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , (p. 171).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE \hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) (Suite)

	Pages.
\hat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) ¹¹ . — Pont sur le Gave d'Aspe, à Escot (FRANCE, — Basses-Pyrénées (1907-1909)).....	174
<i>TEXTE.</i> — 1. Pourquoi on a fait une grande arche (p. 174). — 2. Cintre. — <i>A. Type.</i> — <i>B. Accident</i> (p. 175). — <i>C. Dépenses.</i> — 3. Dates d'exécution de la grande voûte. — 4. Quantités et Dépenses. — 5. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 176).	
<i>DESSINS.</i> — <i>f</i> ₁ . Ensemble (p. 174). — <i>f</i> ₂ . Grande voûte. — <i>f</i> ₃ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : <i>f</i> ₄ . Élévation, — <i>f</i> ₅ . Coupe en travers (p. 175).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 174).	

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE ÉTROITE

SÉRIE \hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$)

TABLEAU SYNOPTIQUE.....	178
MONOGRAPHIES :	
\hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) ¹ . — Pont sur la Gravona (FRANCE, — Corse) (1884).....	183
<i>TEXTE.</i> — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte (p. 183). — 2. Murs en retour. — 3. Cintre. — 4. Voûte. — 5. Dépense. — 6. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 185).	
<i>DESSINS.</i> — <i>f</i> ₁ . Élévation. — <i>f</i> ₂ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : <i>f</i> ₃ . Élévation, — <i>f</i> ₄ . Coupe en travers (p. 184).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 183).	
\hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) ² . — Pont sur le ravin de Ramounails (FRANCE, — Pyrénées-Orientales (1906-1908)).....	186
<i>TEXTE.</i> — 1. Ce qu'on a fait en vue de la rampe de 59 ^{mm} . — 2. Cintre (p. 186). — 3. Exécution de la grande voûte. — 4. Décintrement. — 5. Dates. — 6. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 188).	
<i>DESSINS.</i> — <i>f</i> ₁ . Élévation aval. — <i>f</i> ₂ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : <i>f</i> ₃ . Élévation, — <i>f</i> ₄ . Coupe en travers, — <i>f</i> ₅ . About de 2 vaux (p. 187). — Exécution de la grande voûte. Joints secs : <i>f</i> ₆ . Coupe en long, — <i>f</i> ₇ . Plan par-dessus (p. 188).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 186).	
\hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) ³ . — Pont sur l'Inn, à Cinuskel (SUISSE, — Engadine) (1910-1912).....	189
<i>TEXTE.</i> — 1. Forme de la voûte (p. 189). — 2. Cintre (p. 190). — 3. Exécution de la grande voûte. — <i>A. 1^{er} rouleau.</i> — <i>B. 2^e rouleau.</i> — <i>C. Clavages</i> (p. 191). — 4. Décintrement. — 5. Dates. — 6. Personnel (p. 192). — <i>SOURCES</i> (p. 193).	
<i>DESSINS.</i> — <i>f</i> ₁ . Ensemble. — <i>f</i> ₂ . Grande voûte (p. 189). — <i>f</i> ₃ . Coupe en long. — <i>f</i> ₄ . Coupe en travers à la clef (p. 191). — Cintre : <i>f</i> ₅ . Élévation, — <i>f</i> ₆ . Coupe en travers (p. 190). — <i>f</i> ₇ . Division de la voûte en rouleaux et tronçons (p. 191). — <i>f</i> ₈ . Billot Zuffer (p. 192).	
<i>PHOTOGRAPHIES.</i> — Φ_1 (p. 190). — Φ_2 (p. 192).	
\hat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) ⁴ . — Pont de Tuoi , sur la Cluozza (SUISSE, — Engadine) (1911-1912).....	194
<i>TEXTE.</i> — 1. Dimensions (p. 194). — 2. Cintre. — 3. Dates. — 4. Personnel (p. 195). — <i>SOURCES</i> (p. 196).	
<i>DESSINS.</i> — <i>f</i> ₁ . Ensemble. — <i>f</i> ₂ . Grande voûte (p. 194).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 . Cintre (p. 195).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ \hat{A}

(Suite)

PONTS A PLUSIEURS GRANDES ARCHES SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE \hat{A}^n F^r ($\geq 40^m$)

	Pages
TABLEAU SYNOPTIQUE.....	198
MONOGRAPHIES :	
\hat{A}^n F^r ($\geq 40^m$) ¹ . — Pont Victoria , sur la Wear, près de Law-Lambton (ANGLETERRE, — Durham (1836-1838)).....	201
<i>TEXTE.</i> — 1. Dispositions d'ensemble (p. 201). — 2. Durée d'exécution (p. 202). — 3. Dépenses. — 4. Personnel. — SOURCES (p. 206).	
<i>DESSINS.</i> — f_1 . Ensemble (p. 202). — Les 2 grandes arches : f_2 . Élévation, — f_3 . Plan supérieur et coupes horizontales (p. 203), — f_4 . Coupe en long, — f_5 . Coupe en travers (p. 202). — Cintre de l'arche de 48 ^m 768 : f_6 . Élévation, — f_7 . Coupe en travers (p. 204). — Cintre de l'arche de 43 ^m 891 : f_8 . Élévation, — f_9 . Coupe en travers (p. 205).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 (p. 201).	
+ -----	
PONTS DÉCRITS DANS LE TOME II. — Index alphabétique.....	207
TABLE DES MATIÈRES.....	210

Voir l'**Errata général**, à la fin du Tome V.