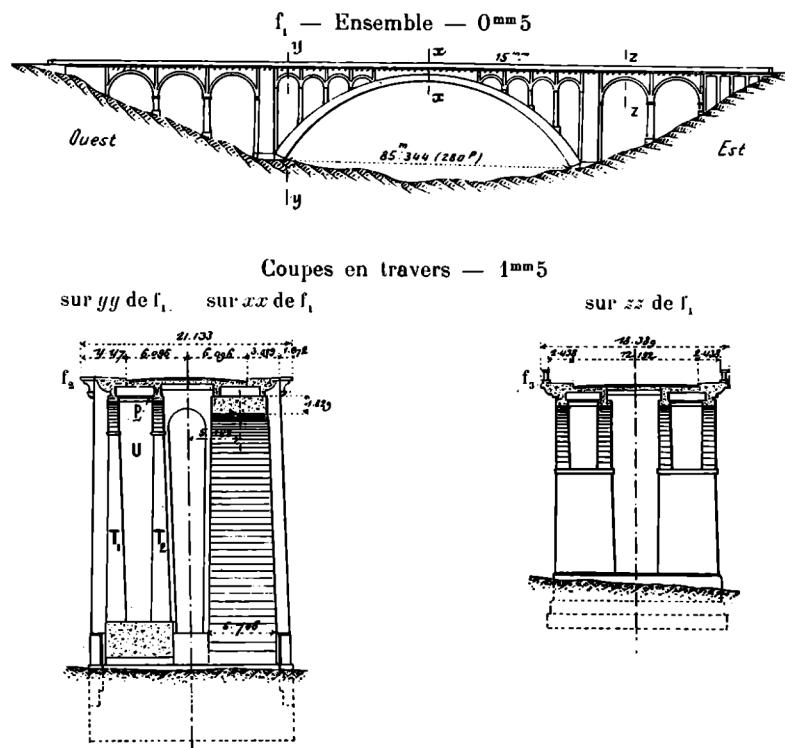


PONT SUR LA ROCKY RIVER,
PRÈS DE CLEVELAND¹ (ÉTATS-UNIS, - Ohio)
en prolongement de l'Avenue de Detroit²

1908-1910 $\mathbb{A}^1 \mathbb{A}^1 r^{te} (> 40m) 3$



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 (S.).

2. Dispositions à signaler (S., S.). — 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).

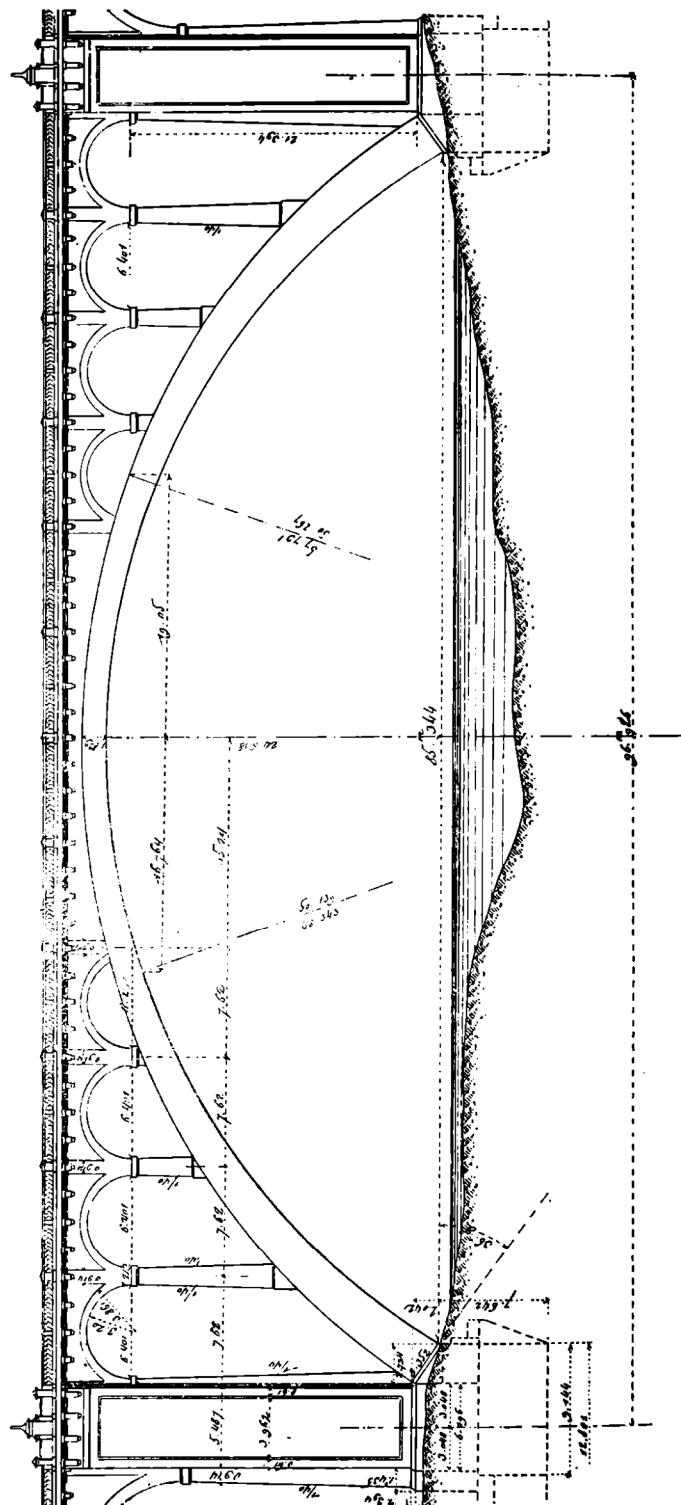
1. — A l'ouest de Cleveland, entre les faubourgs de Lakewood et de Rocky River (S.), à quelque 800^m de l'embouchure de la Rocky River dans le lac Érié.

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

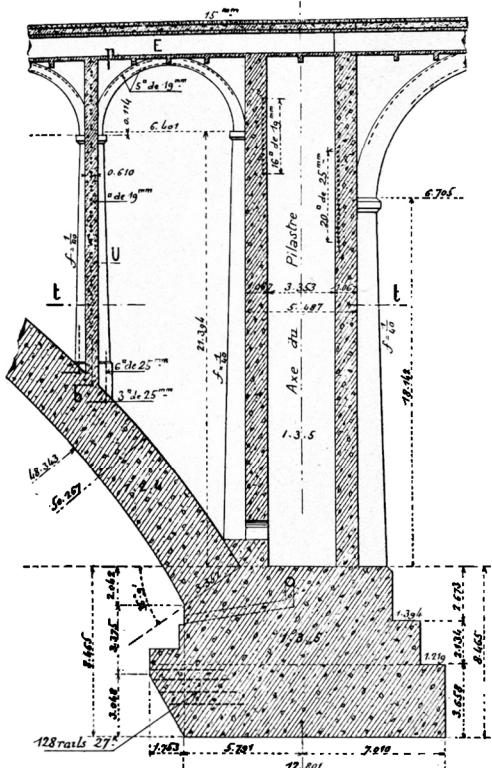
3. — $\mathbb{A}^1 \mathbb{A}^1 r^{te} (> 40m)^2$ - Tome II.

4. — $\mathbb{A}^1 \mathbb{A}^1 r^{te} (> 40m)^1$ - Tome II.

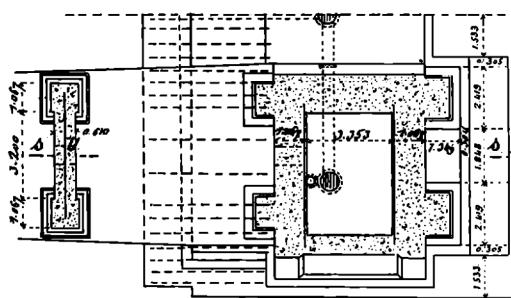
f₄ — Grande arche — 2^{mm}



f_5 — Coupe en long sur ss de f_9 — 3mm



f_4 — Coupe horizontale sur tt de $f_1 = 4\text{mm}$



Tout est en béton.

On a seulement armé :
 les voûtes d'accès ;
 les voûtes d'évidement, à
 l'intrados du cerveau, à l'ex-
 trados des reins ;
 les murs U ;
 le plancher *p* (*f₁*, *f₂*) ;
 la plateforme sous chaus-
 sée.

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

Les pilastres encadrant les grandes voûtes sont creux (f.) ; 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 (S₂).

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

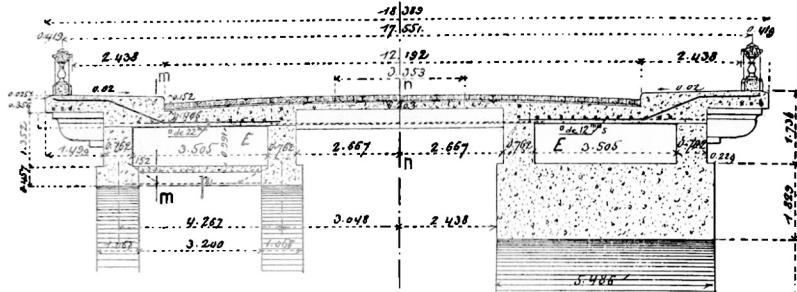
Tablier en béton armé — Coupes en travers — 6^{ème}

— Groupes en relation à la clef

1100

des voûtes d'élégissement

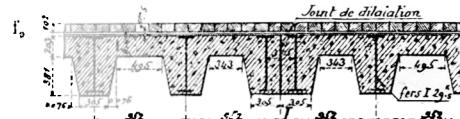
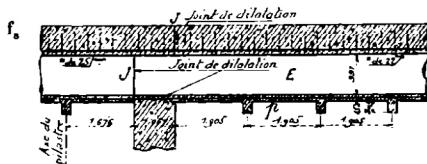
des grandes voûtes



sur m_m de $f_7 = 6^{m_m}$

Coupes en long

sur un de f, — 1em5



Le béton est armé :

au-dessus de chacun des deux ponts, par de simples barres (f., f.) ;

entre les deux ponts, par des poutrelles d'acier en **I** (f , f_0) auxquelles sont s les rails de tramway.

5. Joints de dilatation (S₂). — La plateforme est coupée tous les 15^m 24 (f. f., joints J).

6. Chaussée (S.). — Sur le béton de la plateforme, on a étalé trois couches de goudron, puis 2^{cm}5 de sable ; dessus, on a posé des briques et rempli de goudron leurs joints.

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

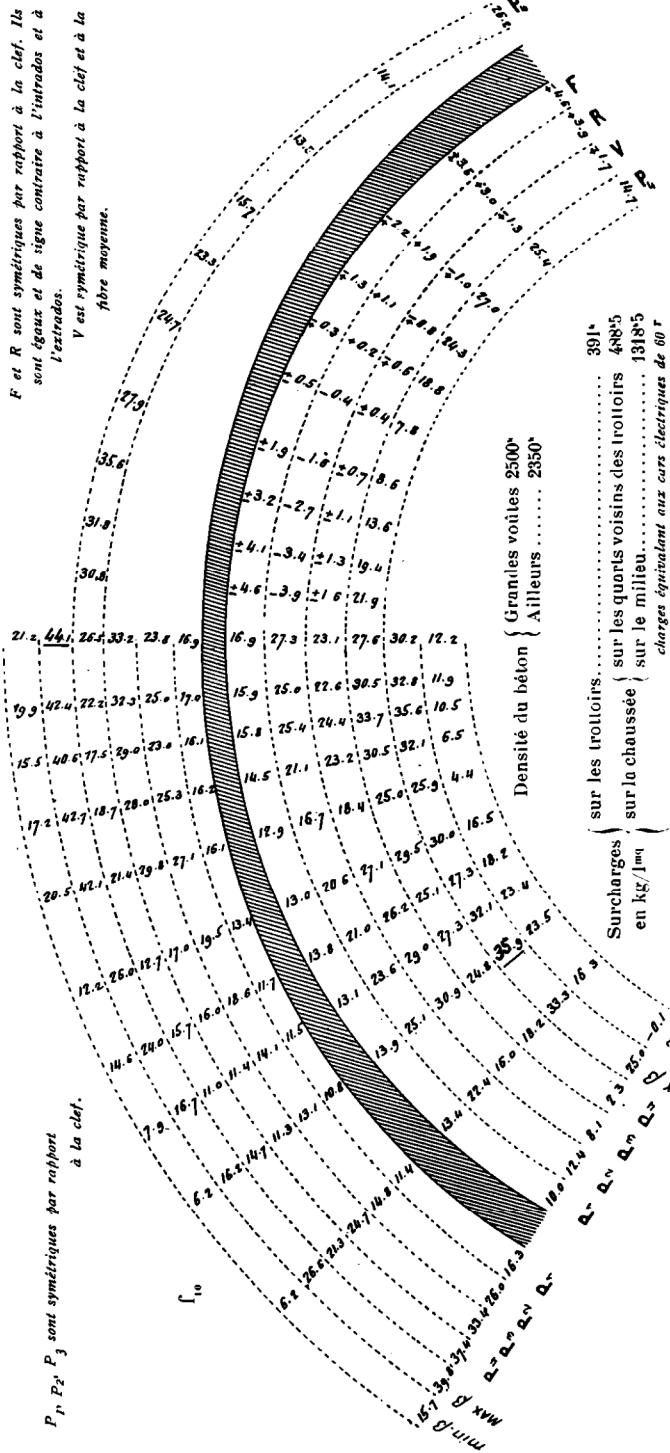
Pour 1 vol. de ciment Alma....	Sable	Calcaire cassé	
Grandes voûtes.....	2 v	4 v ...	et des pierres posées suivant le rayon. Il y a excès de ciment dans le mortier, de mortier dans le béton.
Fondations et socles.....	3 v	5 v ...	La résistance, en cubes de 30 ^{cm} , est, en kg/ $0\overline{0}1^2$ à 30 jours 145 ^t , à 3 mois 151 ^t , à 6 mois 223 ^t La pression maxima ne dépasse pas 45 ^t et des pierres de 30 ^t x 61 ^t x 91 ^t entourées d'au moins 7 ^t 6 de béton.
Piles, tympans.....	3 v	5 v ...	et des pierres maniables par un homme, entourées d'au moins 7 ^t 6 de béton.
Chaussée, trottoirs, consoles, petites voûtes.....	2 v	4 v ...	Pierre cassée, à l'anneau de 2 ^t 5.

8. Efforts maxima et minima à l'intrados et à l'extrados, en kg/m^2 (S₁)

dus :

- P₁, au poids de la voûte, des tympans et des murs transversaux,
 P₂, au poids du pont achevé,
 P₃, id. et à la surcharge sur toute la voûte,
 P₄, id. et à la surcharge sur la demi-voûte,

- 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° par m² de surface verticale exposée).



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 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.

Φ_1 (S'''_1)



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_{14}) étaient simplement posés sur les poutres T⁷. Entre eux, en C (f_{11}), des coins permettaient de racheter les déformations locales.

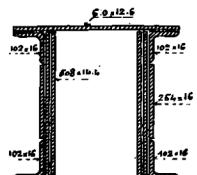
6. — On a admis $14 \times 7 / 0 = 001 I^2$ pour le travail de l'acier (S_4).

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° 11).

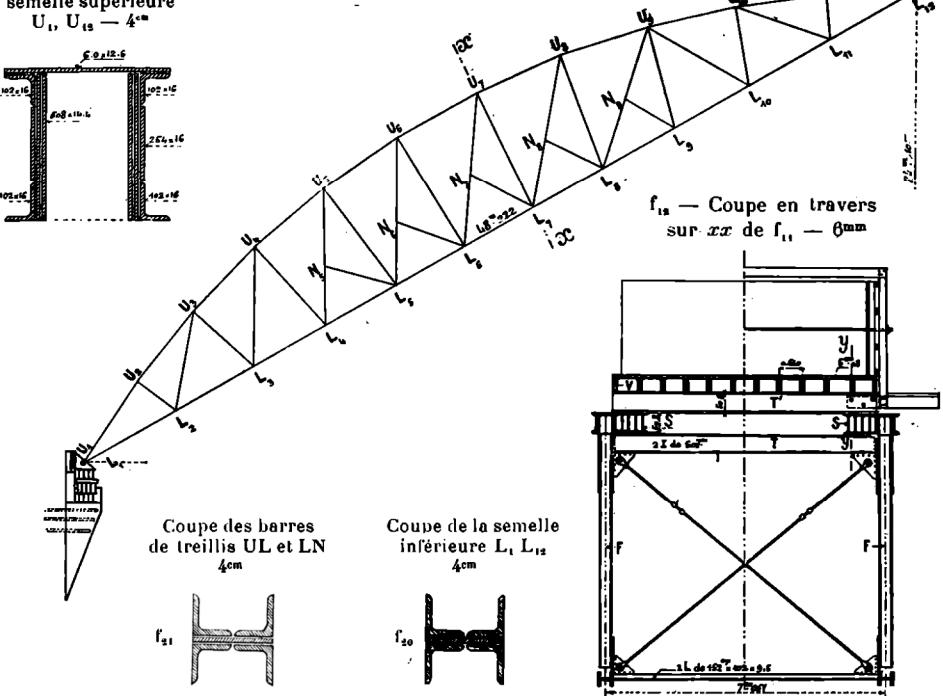
Les flèches observées ont vérifié cette hypothèse (S_4).

Cintre

f_{10} — Coupe de la semelle supérieure
 $U_1, U_{15} = 4\text{cm}$

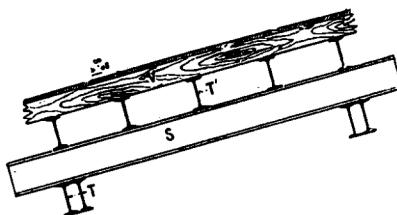


f_{11} — Élévation d'une demi-ferme — 3mm

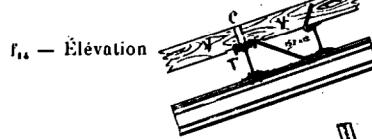


Nœuds U_3, U_4, U_6, U_8 de f_{11} — 1cm

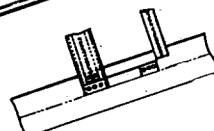
f_{15} — Coupe en long sur yy de f_{11} — 1cm



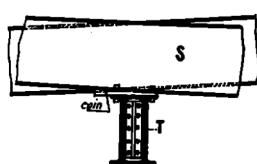
f_{16} — Élévation



f_{17} — Plan

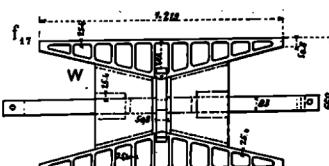


f_{18} — Assemblage des poutres S sur les poutres T
 Élévation — 2cm

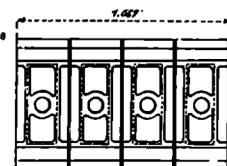


Coups à vis sous les fermes
 Élévations — 3cm

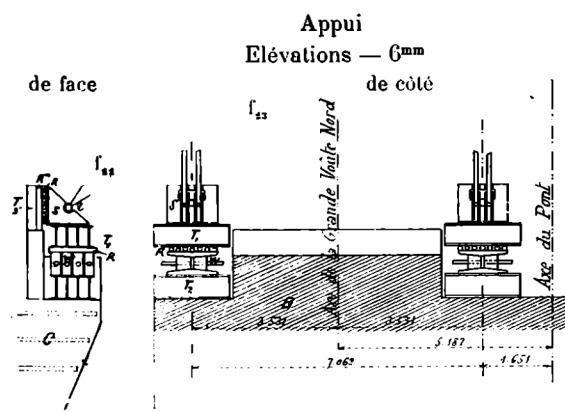
de côté



de face



B. - Appui de chaque ferme aux retombées (f₁₁, f₁₂) (S₁, S₂). — La rotule de la naissance r est portée par un sabot triangulaire S, lequel s'appuie :



1^o — verticalement :
sur 4 x, T₁, mobiles sur les rouleaux R qui serviront à transporter le cintre. Le tout est posé sur des coins à vis W (f₁₁, f₁₂), permettant d'élèver ou d'abaisser les fermes, puis sur 4 x, T₂, enfin, sur une console en béton armé, C;

2^o — horizontalement :
contre deux systèmes de rouleaux : les uns horizontaux R' (f₁₁), les autres verticaux R'', ceux-ci roulant sur des x, T₃.

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 (S₁). — Ils sont faits d'un mortier à 1^o de Portland, 2^v de gros sable, 2^v 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 (S₁). — On les a construites par tranches symétriques, dans l'ordre des chiffres de f₁₁. On laissait entre elles des vides K de 1^m22, maintenus suivant leur fibre moyenne par trois étais a (f₁₁) 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.

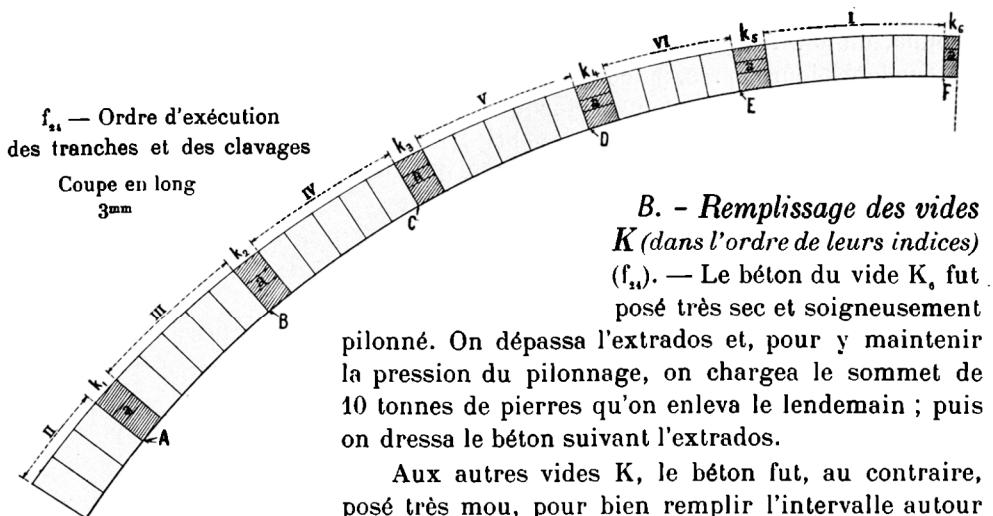
A. - Exécution des tranches. — Dans chaque tranche on a posé, normalement à l'intrados, 30 % de pierres de 0^m30 \times 0^m91 \times 1^m52.

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.



B. - Remplissage des vides K (dans l'ordre de leurs indices) (f₁₁). — Le béton du vide K₆ fut posé très sec et soigneusement

pilonné. On dépassa l'extrados et, pour y maintenir la pression du pilonnage, on chargea le sommet de 10 tonnes de pierres qu'on enleva le lendemain ; puis on dressa le béton suivant l'extrados.

Aux autres vides K, le béton fut, au contraire, posé très mou, pour bien remplir l'intervalle autour des étai 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 (S₁). — De 2^{cm}5 à 5^{cm} 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^v de ciment et 4^v 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 (f₁₁), 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-fleche ; 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_o, on huila les faces voisines des deux tranches, puis on bétonna, un jour froid (S_o).

Quelques jours après, la température s'éleva sensiblement : l'un de ces joints huilés s'ouvrit (f₂₅) ; il resta ouvert jusqu'au décintrement.

Entre les clefs K₁, K₂ et les tranches III et IV (f₁₁), 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 :

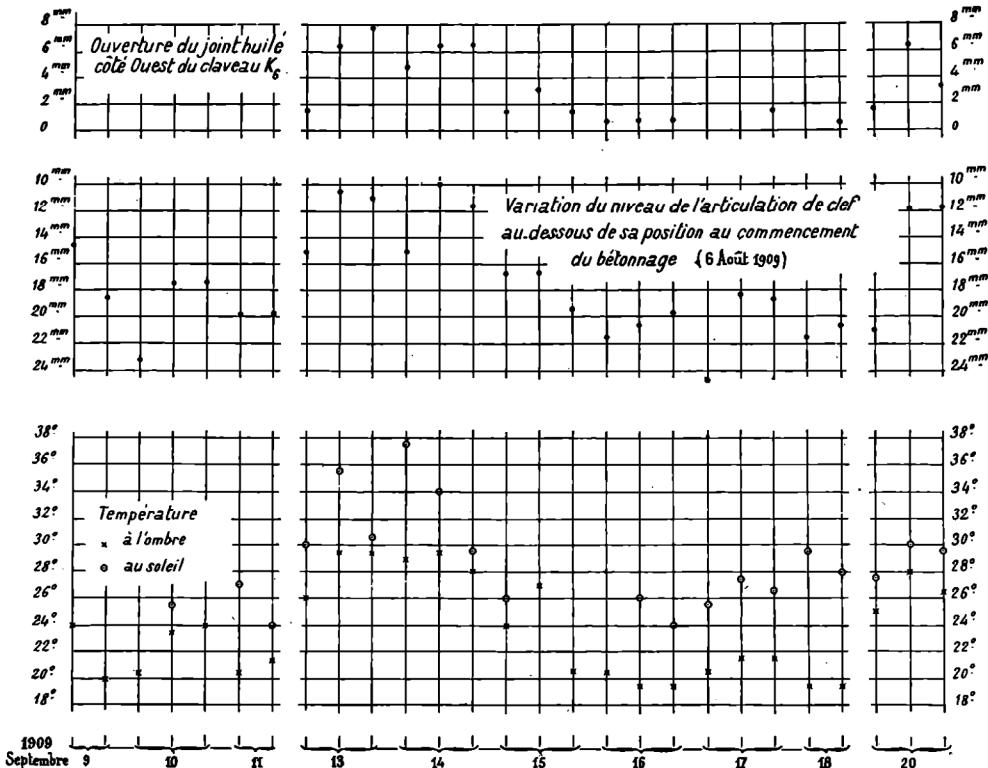
- 1° — que la rotule de clef du cintre était exactement à sa place théorique ;
- 2° — que l'écartement moyen de l'intrados réel et de l'intrados théorique était inférieur à 12^{mm}6 ;
- 3° — que les longueurs des deux intrados différaient de moins de 12^{mm}6.

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

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 ₂₅ .												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 ¹)	
9	29°4	— 1.5	+ 2	+ 3	+ 2.1	+ 4.6	+ 2.1	+ 25.1	— 21	— 23.8	— 34			I achevée (419 ¹)	
11	23°3	— 2	— 1	+ 4.1	— 1.5	+ 16	— 1.5	— 8.2	— 9	— 25	— 31.9	— 41.4		II faite sur 1 ^o 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_o). — Voir le graphique f₂₅.

B. — f_{ss} — Mouvements de la clef, après clavage (S_0).



13. Décintrement. — On décintra quand le béton des clefs K₁, K₂ 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^t, 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_0).

14. Transport du cintre [les piles sur le dos de la voûte, achevées (S_0)]. — Dans le béton B (f_{ss}), étaient encastrés deux rails.

En desserrant les vis des coins de décintrement, on amena les rouleaux R (f_{ss} , f_{ss}) 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^t à 7 jours, celui des tranches, (1', 2', 4') à 218^t à 30 jours.

Au décintrement, la voûte travaillait à 17^t (S_0).

15. Exécution du deuxième anneau (S₄). — On le construit exactement comme le premier.

16. Dates (S₂, S₄).

Commencement (S ₂)	des travaux.....	1908
	du bétonnage.....	29 octobre
		5 décembre
Grandes voûtes (S ₄)	Anneau Sud	1909
	Bétonnage des tranches	6 - 30 août
	des claveaux.....	3 - 9 septembre
	Décintrement.....	28 septembre
	Anneau Nord.....	9 octobre - 6 novembre

17. Personnel (S₂, S₄).

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 :

S₂. — Dessins d'exécution (S'₁), renseignements (S''₁) et photographie (S'''₁) gracieusement communiqués par M. le Dr Waddell, « Consulting Engineer » à Kansas-City.

S₂. — Engineering Record, 23 janvier 1909, p. 90 à 92 : « *The Rocky River Concrete Bridge Near Cleveland. O.* ».

S₂. — Dessins du cintre et photographie qu'a bien voulu m'adresser M. A. B. Lea.

S₂. — Engineering Record, 1^{er} janvier 1910, p. 4 à 8 : « *The construction of the Rocky River Bridge.* »

S₂. — Concrete Engineering, juin 1909, p. 148 et 149 : « *The Rocky River Bridge.* »

S₂. — Proceedings of the American Society of Civil Engineers, vol. XXXVII, n^o 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

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1 r^{te} (\geq 40m) 4$

Φ_1^3 (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.

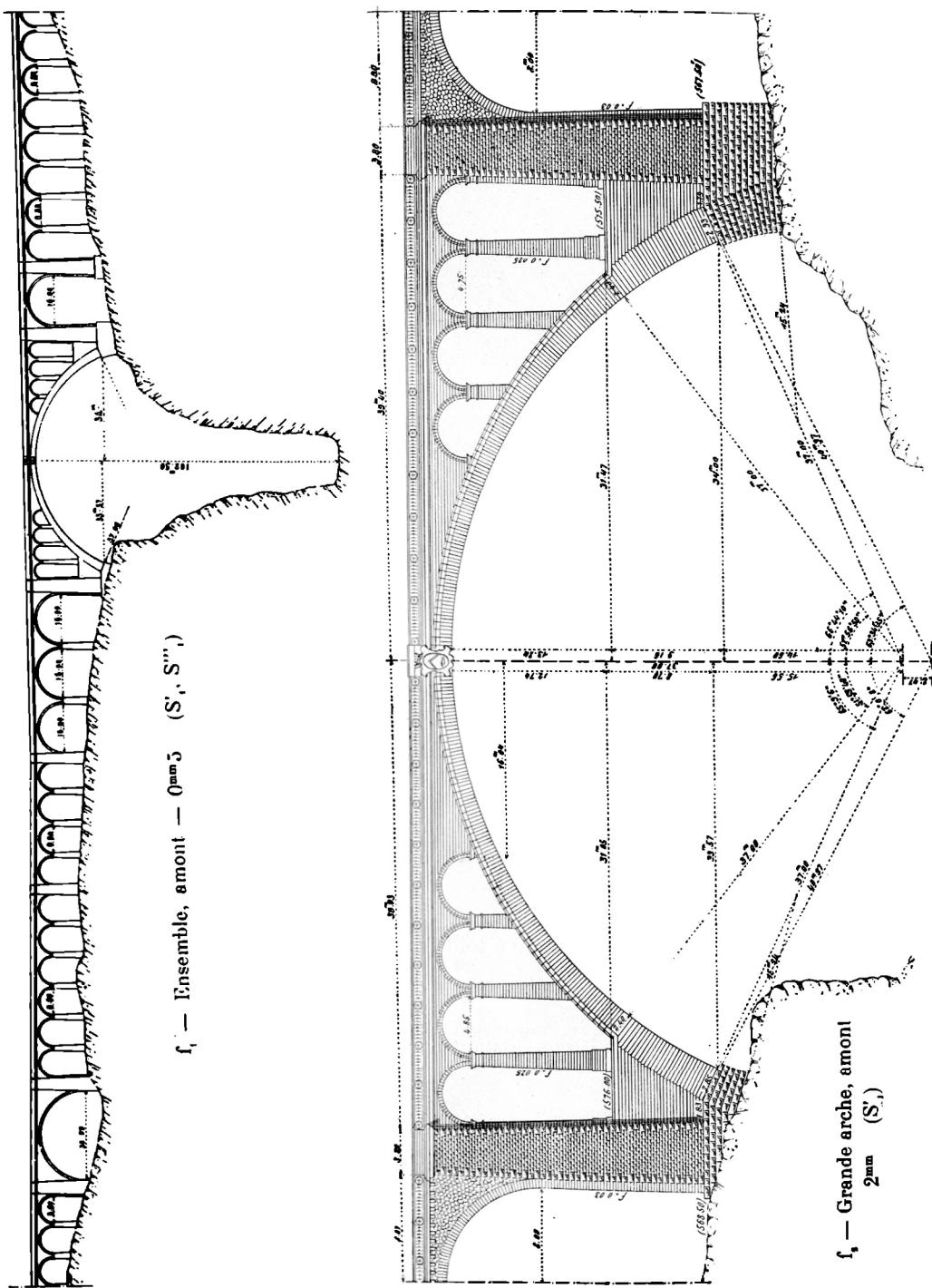
	Ronda	Constantine
Hauteur de la chaussée au-dessus du thalweg.....	82 ^m	102 ^m 50
Largeur du vide en haut.....	40 ^m	54 ^m

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

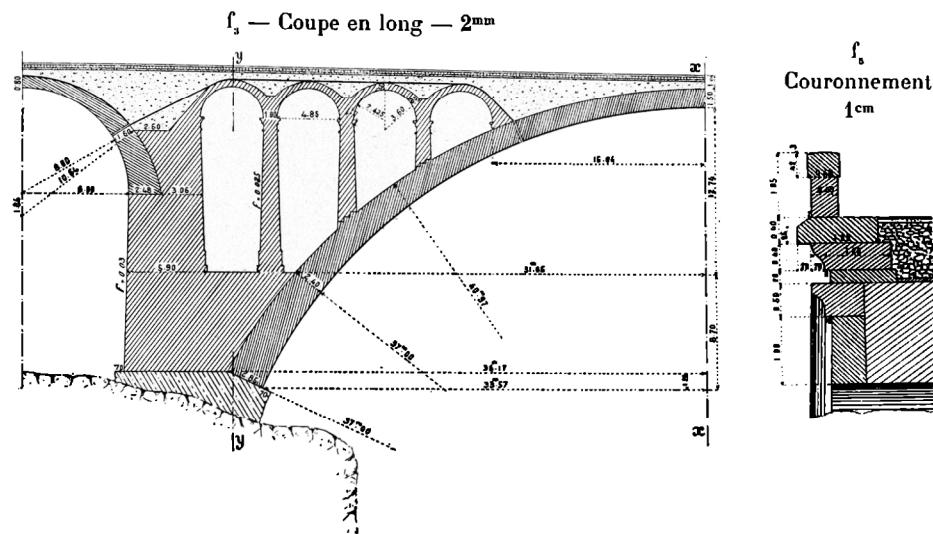
2. — Raccordement, entre le quartier du Coudiat et la gare de Constantine, des routes nationales n° 5 d'Alger à Constantine et n° 3 de Stora à Biskra.

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

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

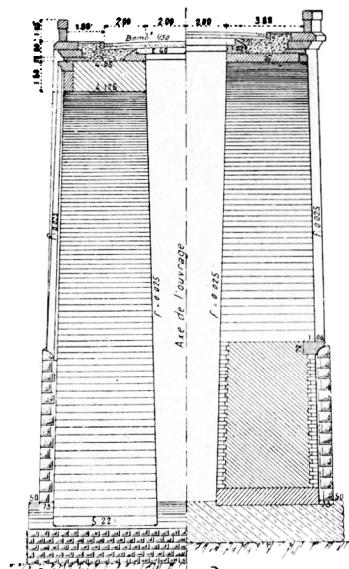


2. Pourquoi on a fait une grande arche en maçonnerie. —
Par-dessus cette gorge profonde, il fallait une grande arche ; en pierre, elle n'était guère plus chère qu'en fer, parce que les carrières sont proches (S₄) : on ne pouvait hésiter.



f₄ — Demi-coups en travers — 3^{mm}
sur xx de f₁ | sur yy de f₂

3. Couronnement. — Rectiligne, il eût paru concave : il a une flèche de 6^{cm} (S.).



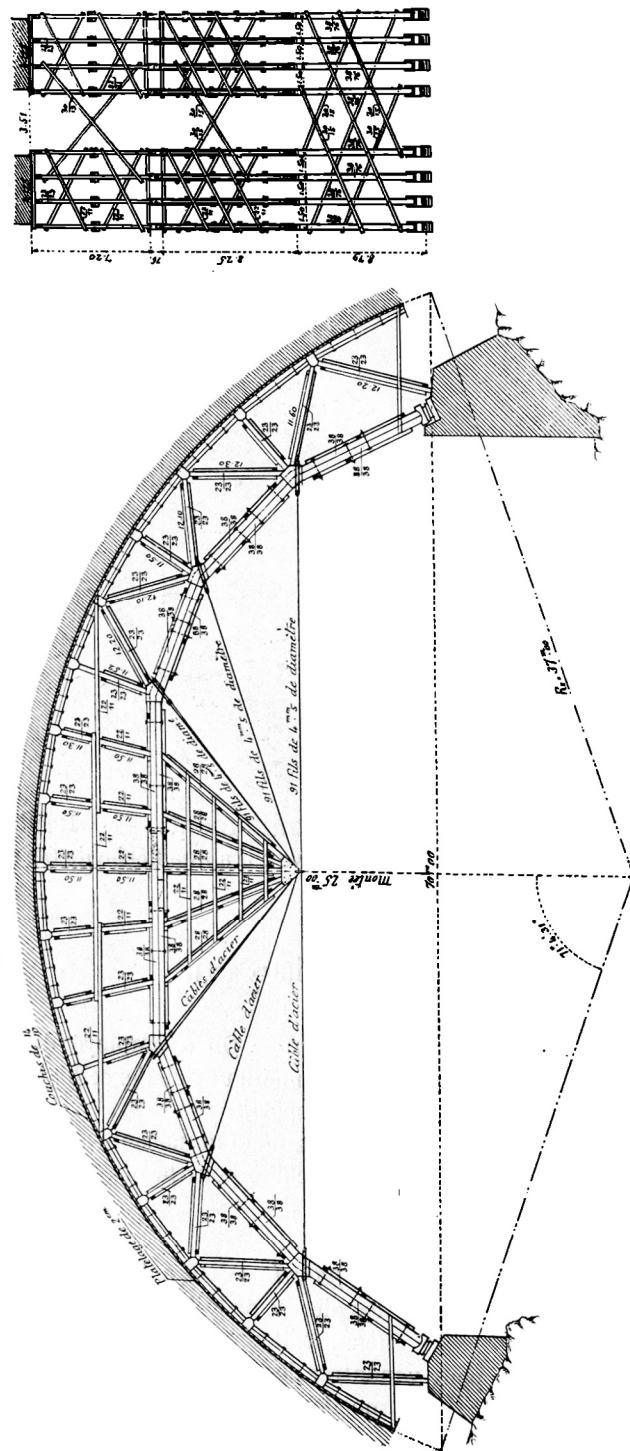
4. Matériaux (S₁).

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 claié, pour la maçonnerie d'appa-
reil.

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.

Cintre — 2^{mm}5f₆ — Élevation
f₇ — Coupe en travers

Chêne de France. — Dessous de la clef pendante. — Supports des arbalétriers inférieurs. — Câbles sous les briques, aux abouts des câbles. Pin blanc d'Autriche. — Tout le reste.

Aacier { Câbles en fils à 100°/1mm, à 2 enroulements. — Briques et écrous. — Abouts des câbles.

Feuilles { Joint entre les arbalétriers inférieurs et leurs supports en chêne. — Appui de ces supports sur les massifs de maçonnerie. — Appui des derniers ravaux.

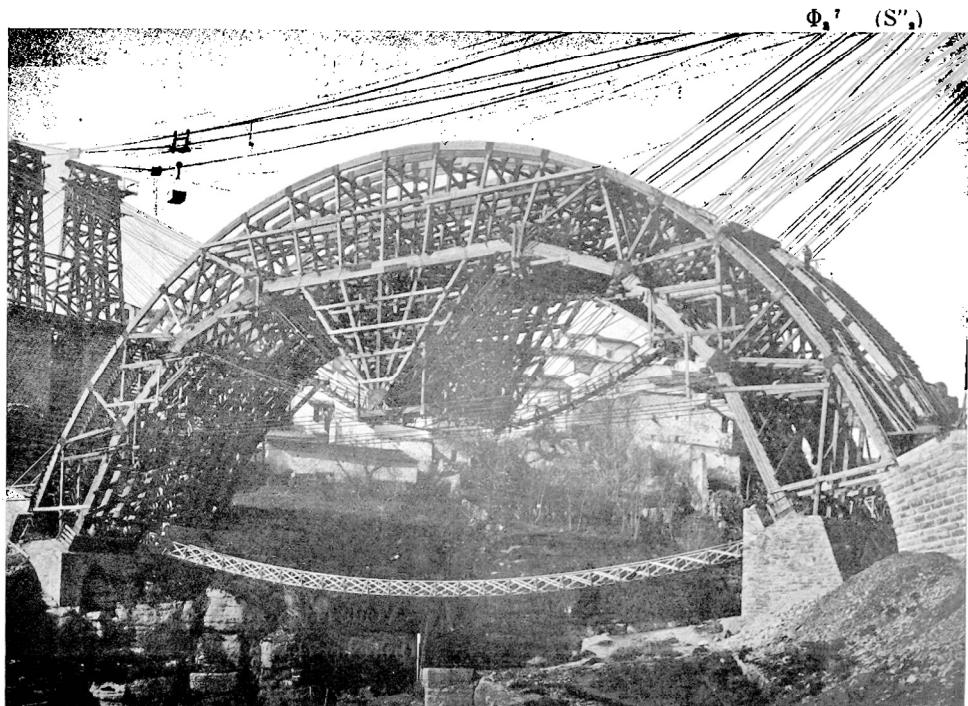
Plaques de tôle. — Recouvrement des assemblages.

Feuilles de zinc. — Joint entre les pièces.

Feuilles { Joint entre les arbalétriers inférieurs et leurs supports en chêne. — Appui de ces supports sur les massifs de maçonnerie. — Appui des derniers ravaux.

5. Cintres des grandes voûtes (S'' , S_1) (Φ_1 , f_1 , f_2). — *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^m 88 seulement.

On a craint de ne pouvoir le contretenir 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^m 88 au lieu de 4^m 88, soit le 1/5^e de la portée au lieu du 1/14^e.

On a calculé les pièces⁷ pour un rouleau de 1^m d'épaisseur moyenne : en fait, le premier rouleau eut 0^m 60 à la clef, 1^m 20 aux naissances.

B. — Dépense (S_1).

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

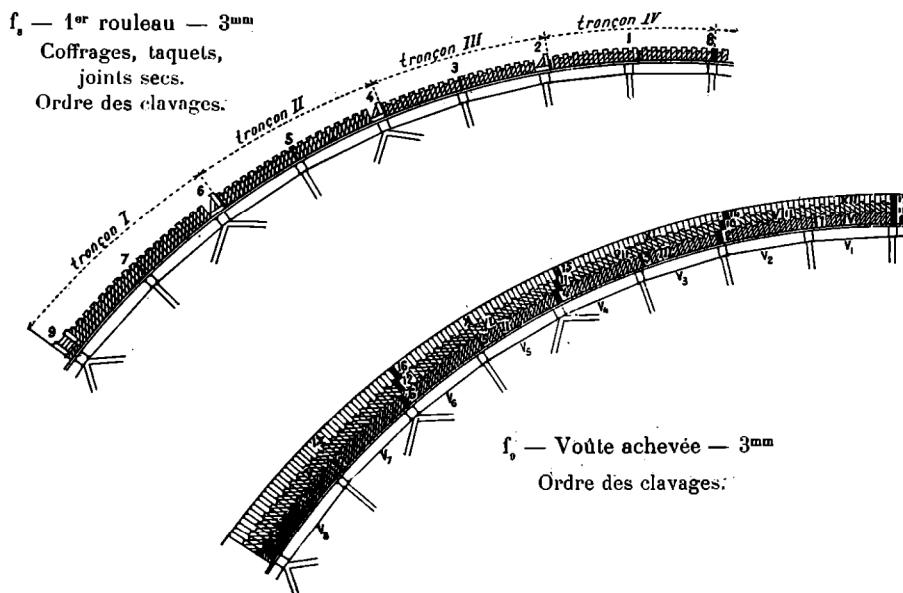
7. — Cliché de M. Lauffenburger, photographe à Constantine, — 3 février 1910.

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

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

Bois	{	Pin d'Autriche.....	le m. c.	133'37
		Platelage de 2 ^{em}	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^l) (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_2).

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_3).

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) (S').

	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} (S.).

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 (S.).

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) (S.).

	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 (armatures).....		le kg. 0 ^f 51
Garde-corps en fonte.....		le kg. 0 ^f 552

12. Salaires (S.).

Maçons.....	7 ^f à 7'50 par jour.
Tailleurs 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 $\widehat{A}^1 F^r (\geq 40^m)$ ²

Voir Préliminaires, Tome II, p. 3 et 4 :
1. — pour la définition des « arcs peu surbaissés »,
2. — pour le sens de ce symbole.

VOÛTES INARTICULÉES

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET								1 ^o ÉVIDEMENTS DES TYMPANS
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE		MÉTÉOLOGIQUE		PRESSIONS		
Date	Longueur entre abords des parapets	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe	INTRADOS	ÉPAISSEURS	MATÉRIAUX	en kg/0 ^m 01 ²	Hypothèse adoptée		
Symbole	1	2	3	4	5	6	7	8	9
de Kleinwolmsdorf <i>Saxe</i> 1844-1845	»	» 7 ^m 88 entre bandeaux	Arc de cercle 45 ^m , 32 15 ^m 10 $\frac{1}{3} = 0,333$	2 ^m 30 »	Bandeaux A l'intrados, PT ¹ de 1 ^m 70 et 0 ^m 80 de queue ; à l'extrados, ME ¹				
A¹ Fr (> 40^m)¹	»		24 ^m 55						
de Berdoulet <i>France</i> 1860-1861	70 ^m 20 O	8 ^m 00 8 ^m 66 40 ^m , 00 11 ^m 65 $\frac{1}{3,44} = 0,29$ Pas de fruit	Arc d'anse de panier à 3 centres 40 ^m , 00 11 ^m 65 Rayons : au cervau, 24 ^m 40 aux reins, 21 ^m 50	1 ^m 70 3 ^m , 30 3 ^m , 30	1 ^m 80 3 ^m , 30	Bandeaux, Douelle, Clef et contre-clefs : L ¹ Queutage : MOV ¹ Ciment			1 ^o 2 voûtes transversales, vues, en arc de cercle, de 11 ^m 60 à 1/3,55
A¹ Fr (> 40^m)²	14 ^m 32	0 ^m 80							2 ^o »
du Castelet <i>France</i> 1882-1883	66 ^m 41 RG	5 ^m 65 5 ^m 81 41 ^m , 203 14 ^m 00 (moyenne) Fruit $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{2,94} = 0,34$	Arc de cercle 41 ^m , 203 14 ^m 00 (moyenne)	1 ^m 25 2 ^m 25 à 60° 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'Ax Ciment artificiel Vicat n° 1 — 650 ^k Joint : Bandeaux 12 ^{mm} Douelle..... 20 ^{mm}	Pour un travail limité de Voute seule (décintrement) Ouvrage terminé sans surcharge avec surcharge 10 ^k 6 ^k 15 ^k 10 ^k 20 ^k 14 ^k	Press. moy. à la clef Voute seule (décintrement) Ouvrage terminé sans surcharge 10 ^k 6 ^k 15 ^k 10 ^k 20 ^k 14 ^k	1 ^o 7 voûtes transversales, vues, en plein cintre, de 4 ^m 00 sur piles de 0 ^m 80
A¹ Fr (> 40^m)³	22 ^m 81 (thalweg)	0 ^m 90	22 ^m 20			Méthode graphique Durand-Claye Cunq			2 ^o »
						Surcharge : 4764 ^k /1 ^m ^{et}			

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

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ F^r (> 40^m)

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDACTIONS		GRANDE VOÛTE								DÉPENSE	
Nature du sol		CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_c au décintrement t' après t''	Q		D
Profondeur sous l'étiage	Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ²	FERMES	Cube de bois	Poids de fer	Dépenses				Totaux et de surface utile S_p de volume « utile » W		
Procédé	Type Matière Appareils de décintrement	Type Matière Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Total	par mq	de douelle ²	15	16	17	18		
10	11	12	13	14							
<i>Rocher</i>	Fixe	{ 7 " " " "				Bandeaux à pleine épaisseur.	"	$t_c = 10\text{mm}$	D = 145 000^f environ		
Retombée rive gauche sur massif de MOI ¹ :		" "				Corps en 2 rouleaux	20 jours environ		$D : S_p = 258^f$		
longueur : 16 ^m largeur : 10 ^m 72 hauteur, aux retombées : 10 ^m	Coins	"				1 ^{er} rouleau sur cales en bois.	"		$D : W = 20^f$		
						Mortier coulé, puis fiché.					
<i>Micaschiste dur</i>	Retroussé sur 26 ^m 40	5	207 ^{mc}	0 ^{mc} 56	A partir de 60 ^m de la clef : 2 rouleaux	Voute nue	$t_c = 53\text{mm}$				
Rive gauche + 6 ^m 66	Éventail	<i>Fermes de rive</i> 20 ^c <i>Fermes intermédiaires</i> 25 ^c	14759 ^k	39 ^k 6	Au 1 ^{er} roul. 6 tronçons, 5 clavages.	60 jours	$t_c = 2\text{mm}02$	Q 478 ^{mc}	1069 ^{mc}	1547 ^{mc}	
Rive droite + 4 ^m 66	Sapin	<i>Fermes de rive</i> 1 ^m 65 <i>Fermes intermédiaires</i> 1 ^m 50	30000 ^f	80 ^f 5	Au 2 ^e roul. 4 tronçons, 3 clavages.	26 janvier		Q : S _p 1 ^{mc} 29 ^f Q : W 0 ^{mc} 09	2 ^{mc} 88 0 ^{mc} 21	4 ^{mc} 17 0 ^{mc} 30	
"	Boîtes à sable	70mm						D 55000 ^f	152000 ^f	207000 ^f	
<i>A sec</i>								D : S _p 148 ^f 3 D : W 10 ^f 7	410 ^f 0 29 ^f 4	558 ^f 3 40 ^f 1	
								D : Q 115 ^f 0	142 ^f 2	133 ^f 8	

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

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

VOÛTES INARTICULÉES

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	Date	Symbole	PROJET									1 ^o ÉVIDEMENTS DES TYMPANS		
			ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE				Matiériaux	Pressions en kg/0 ^m 01 ²	Hypothèse adoptée			
			Longueur entre aboutes des parapets	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe	INTRADOS	ÉPAISSEURS		Portée	Corps	Têtes				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
de Lavaur	1882-1884	$\text{A}^1 \text{ Fr} (\geq 40\text{m})^4$	123 ^m 50	$\begin{cases} 4^{\text{m}} 50 \\ 4^{\text{m}} 692 \end{cases}$	Arc de cercle	$\begin{cases} 1^{\text{m}} 65 \\ 2^{\text{m}} 81 \\ 27^{\text{m}} 50 \\ \frac{1}{2,24} = 0,446 \end{cases}$	$1^{\text{m}} 65$	$2^{\text{m}} 81$	$2^{\text{m}} 81$	$1^{\text{m}} 65$	Bandeaux : PT Calcaire oolithique du Quercy Douelle et Queutage : MEV 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" : Ciment artificiel Vicat n^o 1 — 650^k</i> <i>Au-dessous du sol, sur 14⁸ 6' 54" : Sable de l'Agout</i> <i>Joint : Bandeaux 10mm Douelle..... 15mm</i>	Pour un travail limité de : Voute seule (décintrement) 16 ^k 7 ^k Ouvrage terminé sans surcharge 18 ^k 13 ^k avec surcharge 23 ^k 17 ^k	Pression moy. à la clef : Méthode graphique Durand-Claye Cunq Surcharge : 4764/1 ^{mc} ¹	1^o 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 4 ^m 50, sur piles de 1 ^m 10
Antoinette	1883-1884	$\text{A}^1 \text{ Fr} (\geq 40\text{m})^5$	89 ^m 25	$\begin{cases} 4^{\text{m}} 50 \\ 4^{\text{m}} 80 \end{cases}$	Arc de cercle Au niveau des fondations	$\begin{cases} 1^{\text{m}} 50 \\ 2^{\text{m}} 28 \end{cases}$	$1^{\text{m}} 50$	$2^{\text{m}} 28$	$2^{\text{m}} 28$	Bandeaux : PT Douelle et Queutage : MEV 2 assises pour 1 assise de bandeaux Granit de Sidobre 691 ^k à 977 ^k <i>Ciment artificiel Vicat n^o 1 — 650^k</i> <i>Joint : Bandeaux 10mm Douelle..... 12mm</i>	Pour un travail limité de : Voute seule (décintrement) 19 ^k 8 ^k Ouvrage terminé sans surcharge 18 ^k 14 ^k avec surcharge 30 ^k 18 ^k	Pression moy. à la clef : Méthode graphique Durand-Claye Cunq Surcharge : 4764/1 ^{mc} ¹	1^o 10 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 4 ^m 00, sur piles de 0 ^m 96	

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

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ Fr (> 40^m)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION											CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER		
FONDATIONS		GRANDE VOÛTE									DÉPENSE		
Nature du sol		CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT	TASSEMENTS DE LA CLEF	Q				
Profondeur sous l'étiage	Pressions sur le sol en kg/0 ^m 0 ²	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses					D				
Procédé	Type Matière Appareils de décintrement	Type	Nombre Épaisseur Écartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle	13	14	15	16	17	18	Totaux et par unité	de surface utile S _p et de volume « utile » W
10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Mollasse (Tuf)	Fixe	5	325 ^{mc}	0 ^{mc} 66	A partir de 55° de la clef, 3 rouleaux.	Voûte nue							
Marne argileuse avec lits calcaires et amandes de grès	Éventail	Fermes de rive 20 cm	11246 ^k	22 ^k 8	Au 1 ^{er} roul. 8 tronçons, 15 clavages.			$t_c = 18^{mm}7$				Q	2102 ^{mc}
— 2 ^m 87	Sapin	Fermes intermédiaires 25 cm	1 ^m 50			135 jours		$t_v = 0^{mm}6$				Q : S _p	3 ^{mc} 78
Pressions : maxima : 6 ^k 7 moyenne : 5 ^k 9	Boites à sable	Pas de surhaussement	38000 ^f	76 ^f 9	Au 2 ^e roul. 6 tronçons, 3 clavages.	7 mai						D	81000 ^f
A sec					Au 3 ^e roul. 8 tronçons, 5 clavages.							D : S _p	145 ^f 8
Mollasse (Tuf)	Fixe	5	187 ^{mc}	0 ^{mc} 59	A partir de 49° 51' 27" de la clef, 3 rouleaux.	Voûte nue							
Rive droite : — 4 ^m 80	Éventail	Fermes de rive 20 cm	7806 ^k	24 ^k 8	Au 1 ^{er} roul. 8 tronçons, 13 clavages.			$t_c = 13^{mm}$				Q	1073 ^{mc}
Rive gauche : — 4 ^m 01	Sapin	Fermes intermédiaires 25 cm	1 ^m 40			99 jours		$t_v = 0^{mm}6$				Q : S _p	2 ^{mc} 67
Pressions : maxima et moyenne : 6 ^k 4	Boites à sable	Pas de surhaussement	32300 ^f	102 ^f 5	Au 2 ^e roul. 8 tronçons, 7 clavages.	10 septembre						D	50000 ^f
A sec					Au 3 ^e roul. 4 tronçons, 3 clavages.							D : S _p	124 ^f 4

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

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

VOÛTES INARTICULÉES

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET								1 ^e ÉVIDEMENTS DES TYMPANS	2 ^e DÉCORATION DES TÊTES	
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE				PRESSIONS en kg/0 ^m 01 ²				
Date	Longueur entre abords des parapets	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe	INTRADOS	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX	Hypothèse adoptée				
Symbol	1	2	3	Portée	Corps	Têtes	Mortier	Poids, pour 1 ^m de sable, de chaux ou de ciment	Surcharges supposées		
				Montée	Clef	Retombées			8	9	
de Waldlitobel Autriche 1883-1884	74 ^m	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 50 \\ 4^m 50 \end{array} \right.$	Arc de cercle	$41^m 00$	1 ^m 70	1 ^m 70	Bandeaux : Gros moellons grossièrement taillés	Pression moyenne à la clef : 12 ^k 2	1 ^e 8 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 2 ^m , sur piles de 1 ^m 20	1 ^e	
		30 ^m 5		$13^m 23$	3 ^m 10	3 ^m 10	« Chaux-ciment » 0 ^m 5			2 ^e »	
			Fruit $\frac{1}{20}$	$\frac{1}{3,10} = 0,323$							
\widehat{A}^1 F ^r ($\geq 40^m$) ⁶	45 ^m (sur l'axe)	1 ^m 00	22 ^m 50								
de Céret France 1883-1885	186 ^m 52	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 62 \\ 4^m 62 \end{array} \right.$	Arc de cercle	$45^m 00$	1 ^m 40	1 ^m 50	Bandeaux : PT ¹ Grand appareil (4 ^e en moyenne, en douelle)	Pression maxima : 27 ^k	1 ^e 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m , sur piles de 1 ^m 50	1 ^e	
		10 ^m RG		$19^m 50$	2 ^m 80 à 60°	2 ^m 80 à 60°	Douelle et Queutage : L ¹ (épaisseur 4 ^e) Granit 571 ^k à 735 ^k			2 ^e »	
			Fruit $\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2,31} = 0,433$							
\widehat{A}^1 F ^r ($\geq 40^m$) ⁷	26 ^m	1 ^m 00	22 ^m 73				Ciment de grappier Lafarge — 1000 ^k	Méry			
sur le Palmgraben Autriche 1904-1905	83 ^m 60	$\left\{ \begin{array}{l} 4^m 55 \\ 4^m 50 \end{array} \right.$	Arc de cercle	$49^m 00$	1 ^m 70	1 ^m 70	Bandeaux et Douelle : PT ¹	Pression maxima : 28 ^k Surcharge : Ma-Ten-Wa-chines ders gons Poids en T 80 ^t 39 ^t 22 ^t	1 ^e 8 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m , sur piles de 1 ^m 20	1 ^e	
		0		$14^m 44$	2 ^m 70	2 ^m 70	Retombées en granit, le reste en grès.	Long' entre tampons 10 ^m 6 6 ^m 6 ^m			
			Fruit $\frac{1}{20}$	$\frac{1}{3,393} = 0,295$			Queutage : MOV ¹	Essieux : Nombre 5 3 2			
\widehat{A}^1 F ^r ($\geq 40^m$) ⁸	28 ^m	1 ^m 40	28 ^m				Ciment 450 ^k	Ecartement 1 ^m 4 1 ^m 5 3 ^m		2 ^e »	
								Poids 16 ^t 13 ^t 11 ^t			
								Circulaire du Ministère des Chemins de fer 28 août 1904			
sur le Schalchgraben Autriche 1904-1905	94 ^m 00	$\left\{ \begin{array}{l} 5^m 00 \\ 4^m 50 \end{array} \right.$	Arc de cercle	$52^m 00$	1 ^m 70	1 ^m 70	PT ¹ Granit	Pression maxima : avec sans surch. surch.	1 ^e 4 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m 20, sur piles de 1 ^m 20	1 ^e	
		10 ^m 2		$15^m 033$	2 ^m 70	2 ^m 70		Clef 19 ^k 8 19 ^k 4			
			Fruit $\frac{1}{20}$	$\frac{1}{3,458} = 0,289$			Retomb. 27 ^k 9 22 ^k 7				
\widehat{A}^1 F ^r ($\geq 40^m$) ⁹	30 ^m	1 ^m 40	30 ^m					Surcharge : Comme au Pont sur le Palmgraben		2 ^e »	
								\widehat{A}^1 F ^r ($\geq 40^m$) ⁸			

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

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ F^r ($\geq 40^m$)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDACTIONS		GRANDE VOÛTE								DÉPENSE	
Nature du sol		CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_0 au décintre- ment t_v après t_v	Q		D
Profondeur sous l'étage	Type Matière	Nombre Épaisseur	Poids de fer	Dépenses	Totaux et par unité						
Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ²	Appareils de décintrement	Écartement d'axe en axe	Surhaussement	Total	par mq de douelle ²	15	16	17	de surface utile S_p ⁴ de volume « utile » W ⁵	18	
Procédé	10	11	12	13	14						
Rocher	Retroussé sur 11 ^m environ	5 26 ^{cm} 1 ^m 39	282 ^{mc} 4000 ^k	1 ^m 03 14 ⁶	A pleine épaisseur. 4 attaques : 2 aux retombées, 2 au-dessus du milieu de la montée				$Q = 1648^{mc}$ $Q : S_p = 4^{mc}94$ $Q : W = 0^{mc}31$ $Q : W' = 0^{mc}46$		
Pression moyenne : 9 ^k 8	"		12740 ^f	46 ⁶		42 jours			$D = 93\ 429^f$ $D : S_p = 280^f6$ $D : W = 17^f8$ $D : W' = 26^f1$ $D : Q = 56^f7$		
Rocher	Fixe	4 30 ^{cm}	les 4 fermes pièces communes 122 ^{mc}	362 ^{mc}	A partir de 60 ^m de la clef :			t_c cerveau : 90 ^{mm} reins : 60 ^{mm}		$D = 712\ 775^f$	
Pression maxima : 14 ^k 2	Sapin	1 ^m 35	484 ^{mc}	1 ^m 31	2 rouleaux, 4 tronçons par rouleau	79 jours		$t_v = 0$		$D : S_p = 827^f1$ $D : W = 46^f5$	
Épuisements	Boîtes à sable	au cerveau : 70 ^{mm} aux reins : 50 ^{mm}	8046 ^k	21 ⁷		30 janvier					
Éboulis compacts (conglomérat)	Fixe	5 Etages supérieurs 21 ^{cm}	"	"		Voûte nue	$t_v = 3^{mm}$		$Q = 3\ 000^{mc}$ $Q : S_p = 7^{mc}88$ $Q : W = 0^{mc}48$		
"	"	Etages infér. Bois ronds de 24 ^c à 27 ^c	14700 ^f	35		"					
A sec (Béton armé en bas)	Billots Zuffer	1 ^m 50 130 ^{mm}				20 août			$D : 15750^f$ $D : S_p = 41^f4$ $D : W = 2^f5$ $D : Q = 73^f5$	204750 ^f 538 ¹ 2 32 ¹ 7 »	220500 ^f 579 ¹ 6 35 ¹ 2 73 ¹ 5
Éboulis compacts (conglomérat)	Fixe	5 Etages supérieurs 17 ^c à 22 ^c	"	"	3 rouleaux	Maçonnerie montée jusqu'aux retombées des voûtes d'élegissement	$t_c = 110^{mm}$ $t_v = 7^{mm}$		$Q = 3\ 300^{mc}$ $Q : S_p = 7^{mc}02$ $Q : W = 0^{mc}40$		
Pression moyenne : 8 ^k 5	"	Etages infér. Bois ronds de 18 ^c à 27 ^c	31500 ^f	80 ⁸	Moellons posés à sec, puis joints de 16 ^{mm} matés	"					
A sec (Béton armé en bas)	Billots Zuffer	1 ^m 50 150 ^{mm}				"			$D : 21000^f$ $D : S_p = 44^f7$ $D : W = 2^f6$ $D : Q = 75^f7$	228900 ^f 487 ¹ 0 27 ¹ 9 »	249900 ^f 531 ¹ 7 30 ¹ 5 75 ¹ 7

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.

VOUTES INARTICULÉES

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET								1 ^o ÉVIDEMENTS DES TYMPANS	2 ^o DÉCORATION DES TÊTES	
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE			MÉTÉOLOGIQUE					
Date	Longueur entre abords des parapets	Largeurs entre parapets entre tympans sous la plinthe	INTRADOS	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX	PRESSIONS en kg/0m01 ²				
Symbol	Déclivités	Hauteur maxima du rail au-dessus du sol ou de l'étage	Portée Montée Surbaissement Rayon	CORPS	TÊTES	Mortier Poids, pour 1 ^{mc} de sable, de chaux ou de ciment	Surcharges supposées				
1	2	3	4	5	6	7	8				
sur le Rothweinbach Autriche 1904-1906	65 ^m 00	$\begin{cases} 4^m 50 \\ 4^m 50 \end{cases}$	Arc de cercle	$\begin{cases} 1^m 40 \\ 1^m 40 \end{cases}$	$1^m 40$	Bandeaux à bossages	Pression maxima :	1 ^o 6 voûtes transversales vues, en plein cintre, de 3 ^m 00, sur piles de 1 ^m 20			
	0	$\begin{cases} 1^m 32 \\ \frac{1}{2,676} = 0,374 \end{cases}$		$\begin{cases} 2^m 40 \\ 2^m 40 \end{cases}$		Douelle plate de même épaisseur d'assise que les bandeaux					
		Fruit $\frac{1}{20}$				Calcaire grossièrement assisé	Surcharge :				
A¹ F^r ($\geq 40^m$) 10	33 ^m	4 ^m 10	21 ^m 376			<i>Ciment 1 Sable 3 (en poids)</i>	Comme au Pont sur le Palmgraben	A¹ F^r ($\geq 40^m$) 8	2 ^o »		
d' Escot France 1907-1909	146 ^m 77 (moyenne)	$\begin{cases} 4^m 50 \\ 3^m 87 \end{cases}$	Arc de cercle	$\begin{cases} 1^m 50 \\ Rive gauche \\ \frac{1}{2}^m 83 \end{cases}$	$1^m 50$ <i>Rive gauche</i>	Bandeaux ; MAV ¹	Pression maxima :	1 ^o 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			
	15 ^m rg	$\begin{cases} 18^m 70 \\ Rive droite \\ \frac{1}{2}^m 70 \end{cases}$		$\begin{cases} 2^m 83 \\ Rive droite \\ 2^m 70 \end{cases}$	$2^m 83$ <i>Rive droite</i>	Douelle et Queutage : MEV ¹	Clef : 36 ^k 3 Joint de rupture : 37 ^k				
		Fruit $\frac{1}{40}$				Calcaire	Méry				
A¹ F^r ($\geq 40^m$) 11	23 ^m 82	4 ^m 18	30 ^m 313			<i>Ciment de laitier 600^k</i>	2000 ^k /1 ^m ²	2 ^o »			

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

A VOIE NORMALE

SÉRIE A¹ F^r ($\geq 40^m$)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDACTIONS		GRANDE VÔUTE								DÉPENSE	
Nature du sol		CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	TASSEMENTS DE LA CLEF sur centre t_c au décint- rement t'_c après t''_c	Q	D	
Profondeur sous l'étiage	Pressions sur le sol en kg/0 ^m 0 ¹ ²	FERMES	Cube de bois	Mode	DÉCINTREMENT						
Procédé	Appareils de décintrement	Type Matière	Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	Poids de fer par mq de douelle ²	DE CONSTRUCTION	État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement Date	sur centre t_c au décint- rement t'_c après t''_c	par unité	Totaux et par unité	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	de surface utile S_p ³ de volume « utile » W ⁴		
<i>Rocher calcaire</i>	Retroussé sur 13 ^m 60	Billots Zuffer	5			4 tronçons	Piles sur le dos de la grande voûte achevées	$t_c = 33^m$			
"	"		22 ^c à 25 ^c					$t'_c = 0$			
"	"		120 ^{mm}								
<i>A sec</i>											
<i>Rocher calcaire très résistant</i>	Fixe	4	185 ^{mc}	0 ^{mc} 52	2 rouleaux	Plus hautes piles d'élégissement commencées	$t_c = 40^m$		$Q = 3352^{mc}$		
"	Type Pont de Lavaur	25 ^{cm}	5827 ^k	16 ^c 3	1 ^{er} rouleau en 8 tronçons				$Q : S_p = 5^{mc}07$		
	$\text{A}^1 F^r (\geq 40^m)^4$	1 ^m 50	48510 ^r	135 ^c 7	Même méthode qu'au Pont de Lavaur	89 jours	$t'_c = 0$		$Q : W = 0^{mc}34$		
Pression maxima : 14 ^c 3	"	35 ^{mm}			$\text{A}^1 F^r (\geq 40^m)^4$	10 octobre			$D = 208\ 014^f$		
<i>A sec</i>	Boîtes à sable								Garde-corps non compris. Décompte non réglé.		
									D : $S_p = 314^f9$ D : $W = 21^f3$ D : $Q = 62^f1$		

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 UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE

SÉRIE $\widehat{\mathbf{A}}^1$ F^r ($\geq 40^m$)

MONOGRAPHIES

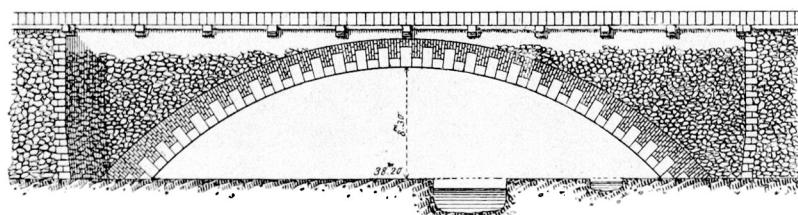
PONT SUR LE RUISSAUX DE LA RÖEDER¹ PRÈS DE KLEINWOLMSDORF (SAXE)

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

1844-1845

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ F^r ($\geq 40^m$) 1

f₁ — Élevation — 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° 200, 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 11, page 36.

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

Notizen über die grösseren Brücken auf der Sachsisch-Schlesischen Eisenbahn.

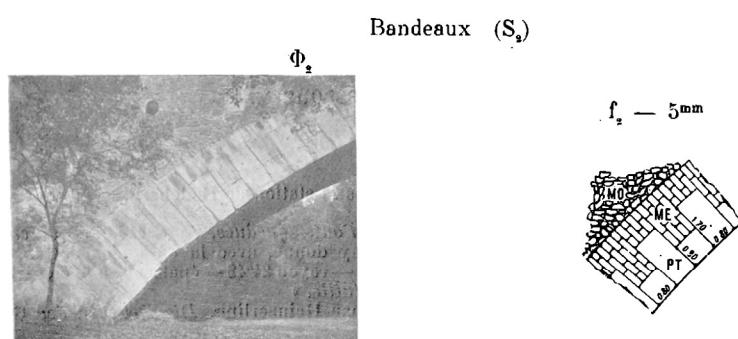
« Die beiden Brücken über die Röder, unfern Kl. Wolmsdorf, deren eine, vom Baumeister O. B. Günther in Dresden construit, einen 80 Ellen oder 160' weit gespannten Gewölbbogen bildet und beidseits auf Felsen gegründet ist;..... »

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 douelle de nombreuses fissures parallèles aux têtes. Quelques voussoirs de tête sont fendus.



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. — Ce que j'ai vu — août 1908.

S. — 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.

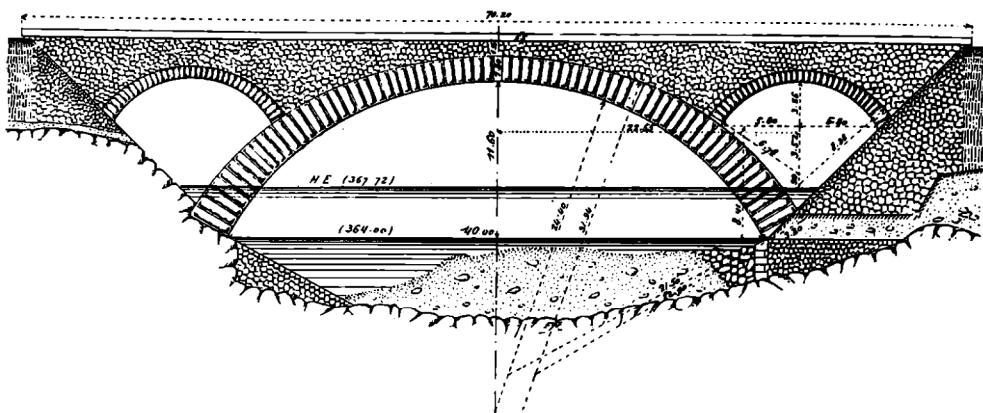
PONT DE BERDOULET SUR L'ARIÈGE (ARIÈGE)

Ligne de Toulouse à Foix¹

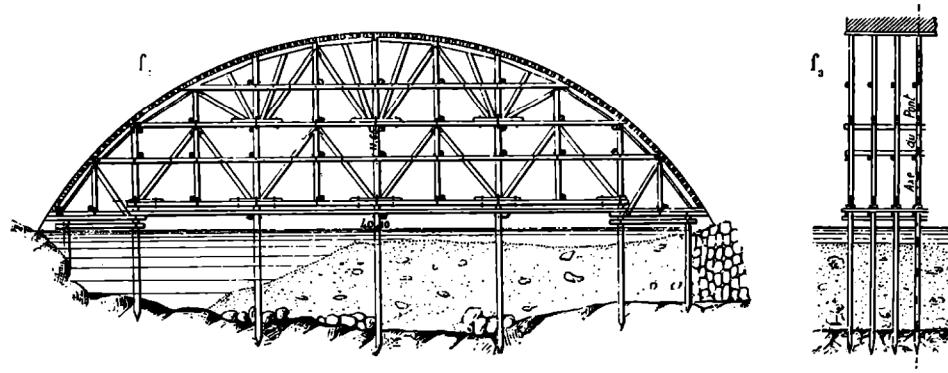
1860-1861

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

 Φ_1 

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.

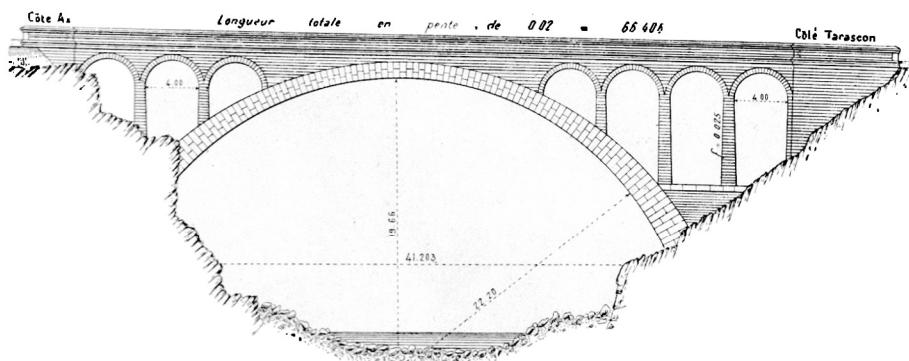
PONT DU CASTELET, SUR L'ARIÈGE (ARIÈGE)

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

1882-1883

\mathbb{A}^1 Fr ($> 40^{\text{m}}$) 3

f_i — 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} (f_i).

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.

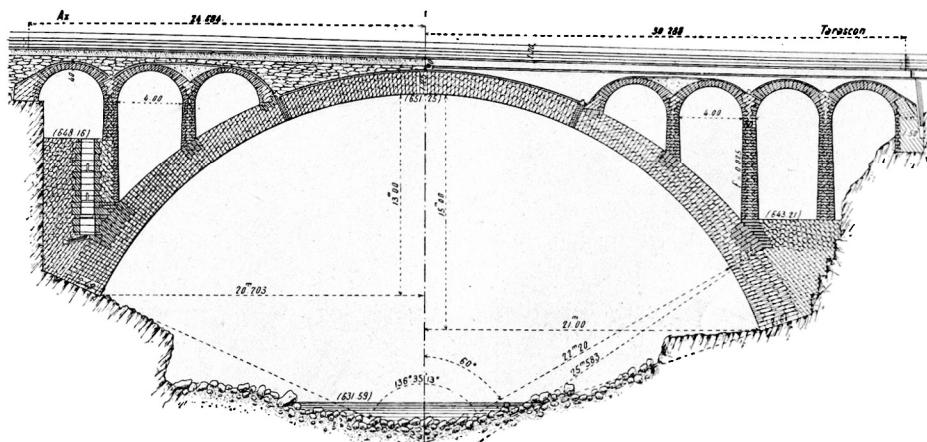
Les assises des tympans, horizontales jusqu'aux naissances des petites voûtes, atteignent sous la plinthe la pente de l'ouvrage.

1. — A 4^{km} d'Ax.

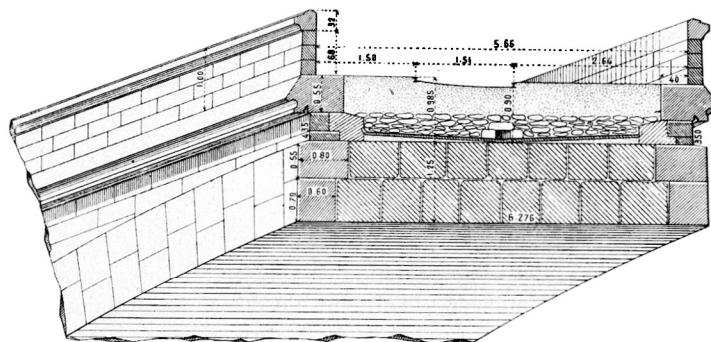
l'ouvrage terminé

f₁ — Coupé en long — 2mm5

les maçonneries découvertes



f₃ — Coupe en travers à la clef — 1^{cm}



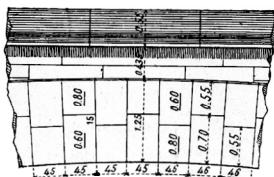
Appareil des bandeaux — 1^{cm}

f. — Cerveau

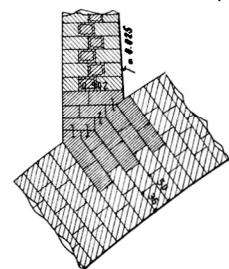
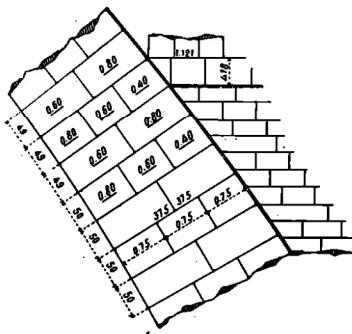
f = Retombées

Retombées des piles sur la grande voûte

f₆ — Coupe en long — 1^{cm}

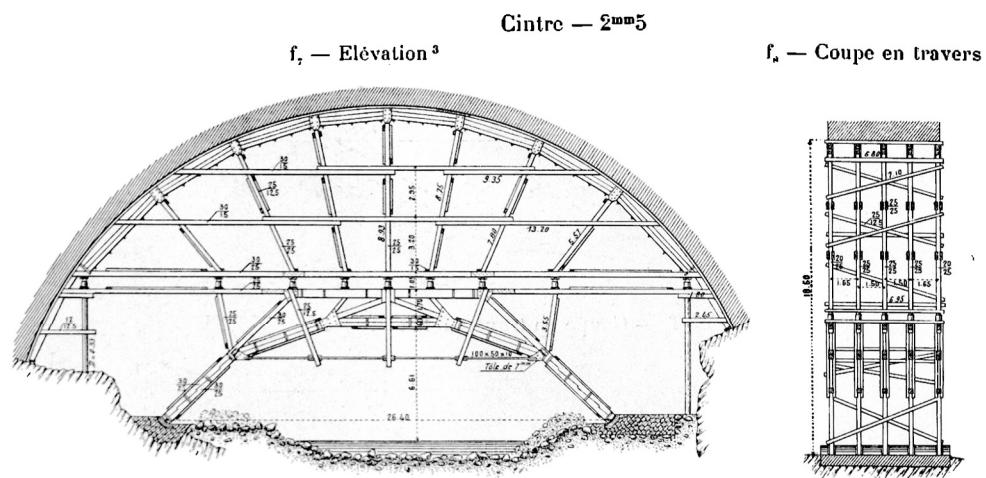


*On a souligné
les queues des voussoirs.*



3. Cintre (f_1 , f_2). — 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.

A. - Épaisseur :

de 60° à 40°	1^m (maxima)
de 40° à 20°	0^m75 (moyenne)
de 20° à la clef.....	0^m50 (minima)

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

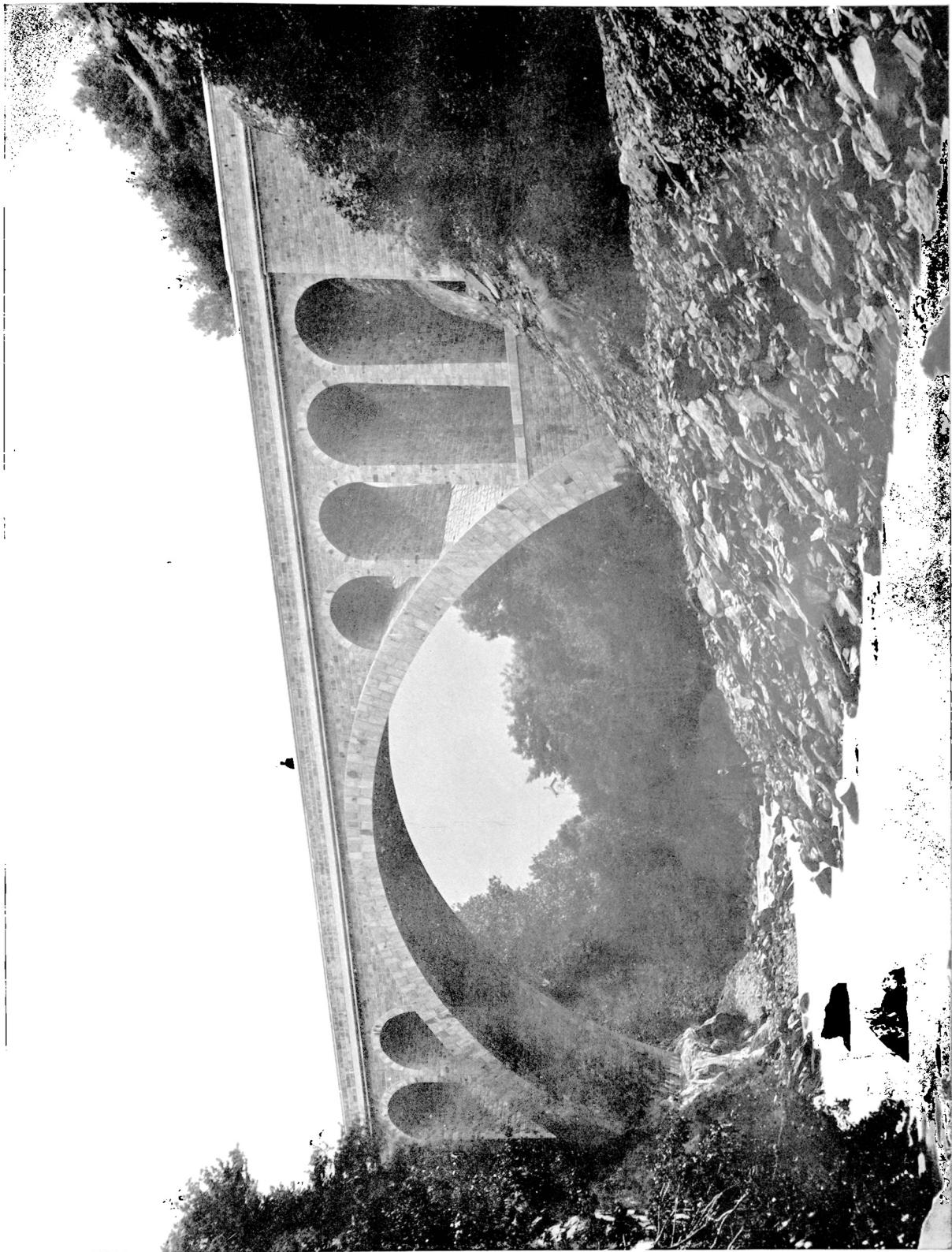
2. — On ne pouvait pas le tendre : à d'autres cintres, j'ai employé plus tard, d'abord des tirants filetés, puis des câbles.

3. — Ce type de cintre a été appliqué depuis à un pont en arc de 35^m de portée sur la Vésubie (1894) et, légèrement modifié, à un pont-aqueduc sur l'Hérault, pour le canal de Gignac (arc de 38^m20) (1890).

A¹ Fr ($\Rightarrow 40^m$)³

PONT DU CASTELET

Φ_1 — aval



132 bis

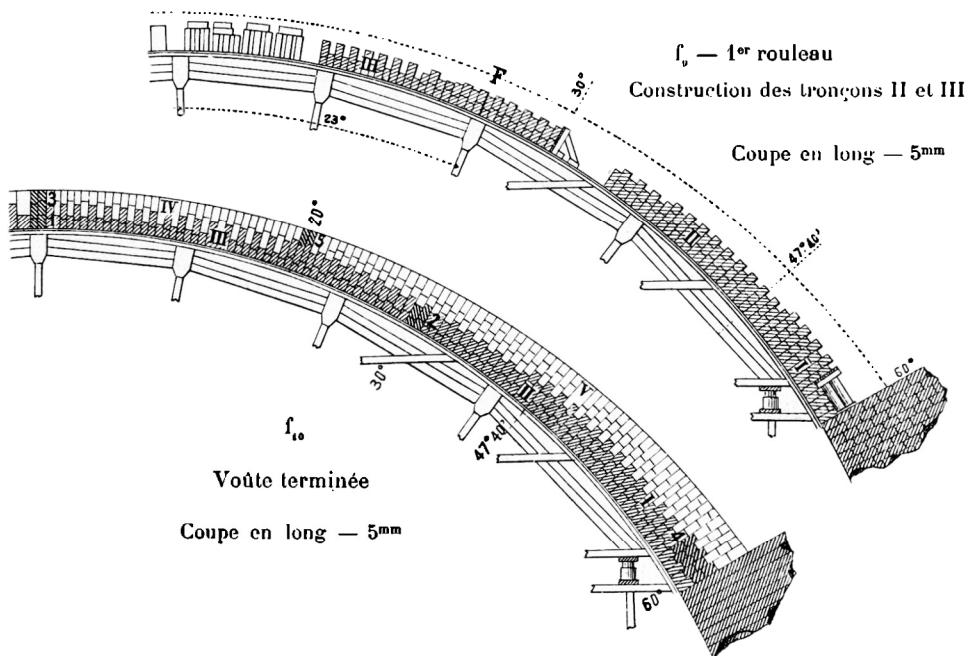
T. II.

Clémat de M. Terpereau photographie à Bordeaux.

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

de 60° à $47^{\circ}40'$	tronçons I et I'
de $47^{\circ}40'$ 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_o), 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 $0^{\text{m}}75$, 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. — *Projet⁴* 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.

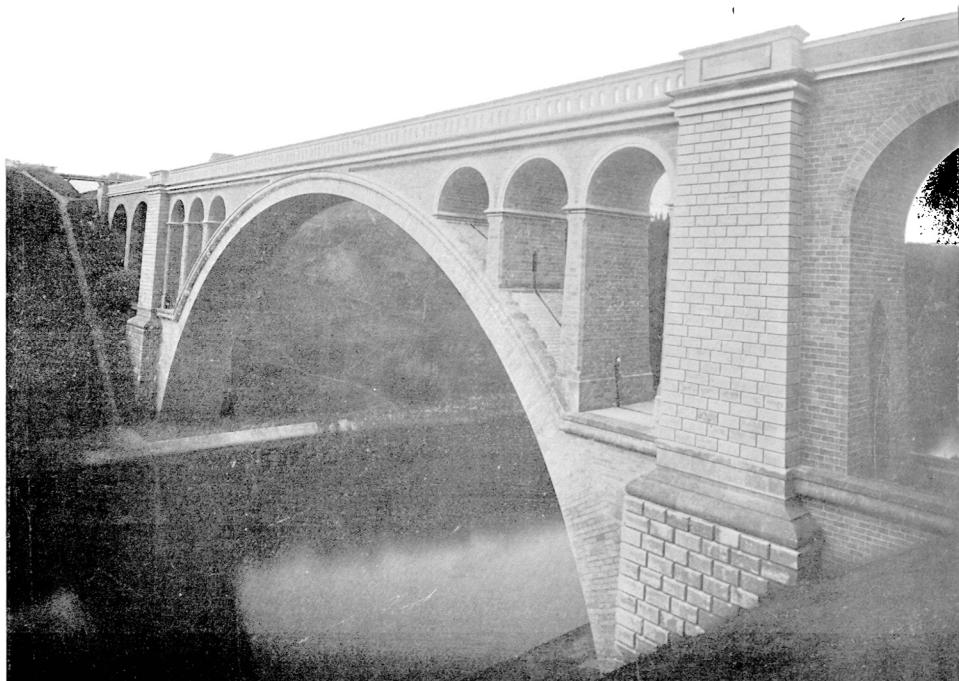
PONT SUR L'AGOÛT, A LAVAUR (TARN)

Ligne de Montauban à Castres

1882-1884

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$) 4

Φ_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 épuisements.

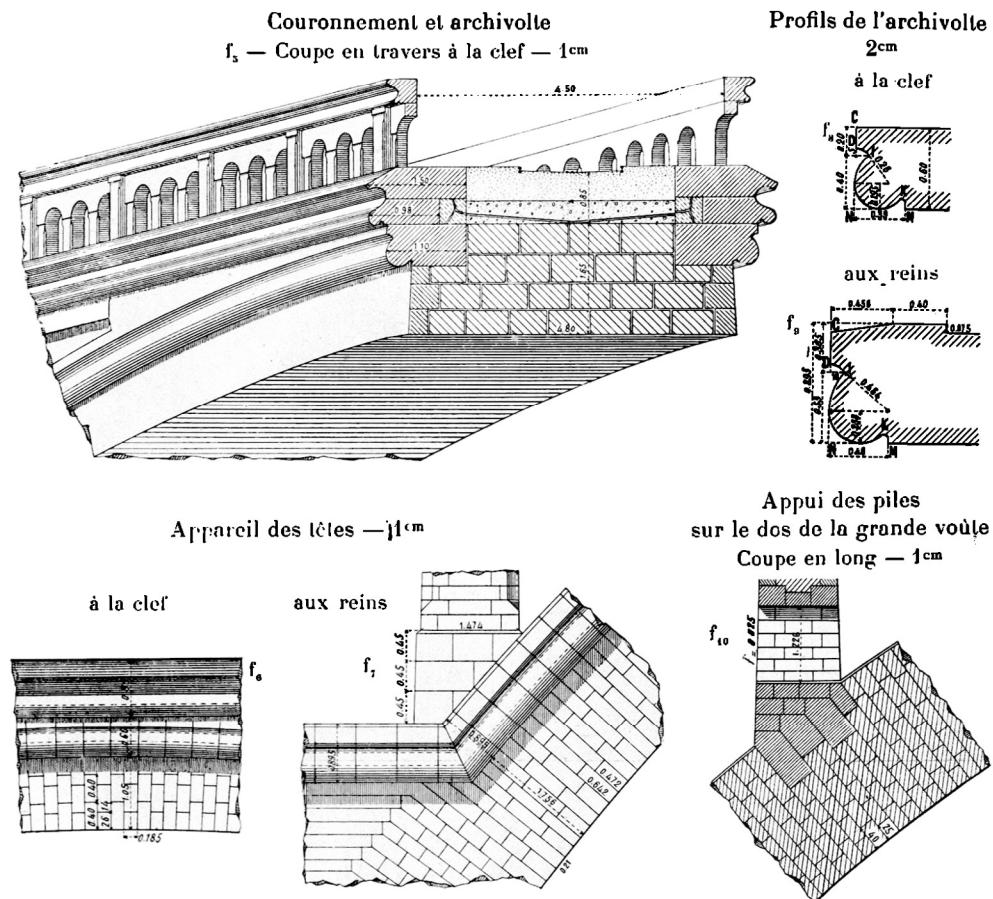
1. — Cliché de M. Terpereau, Photographe à Bordeaux.

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. — \mathbf{E}^1 r^{te} ($\geq 40^m$) 2 — Tome I.

2. Archivolte (Φ_1 , f_5 à f_9). — Les bandeaux sont relevés par une archivolte, qui se retourne horizontalement aux reins⁴.

Dans les éléments droits CN, NM (f_5 , 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.

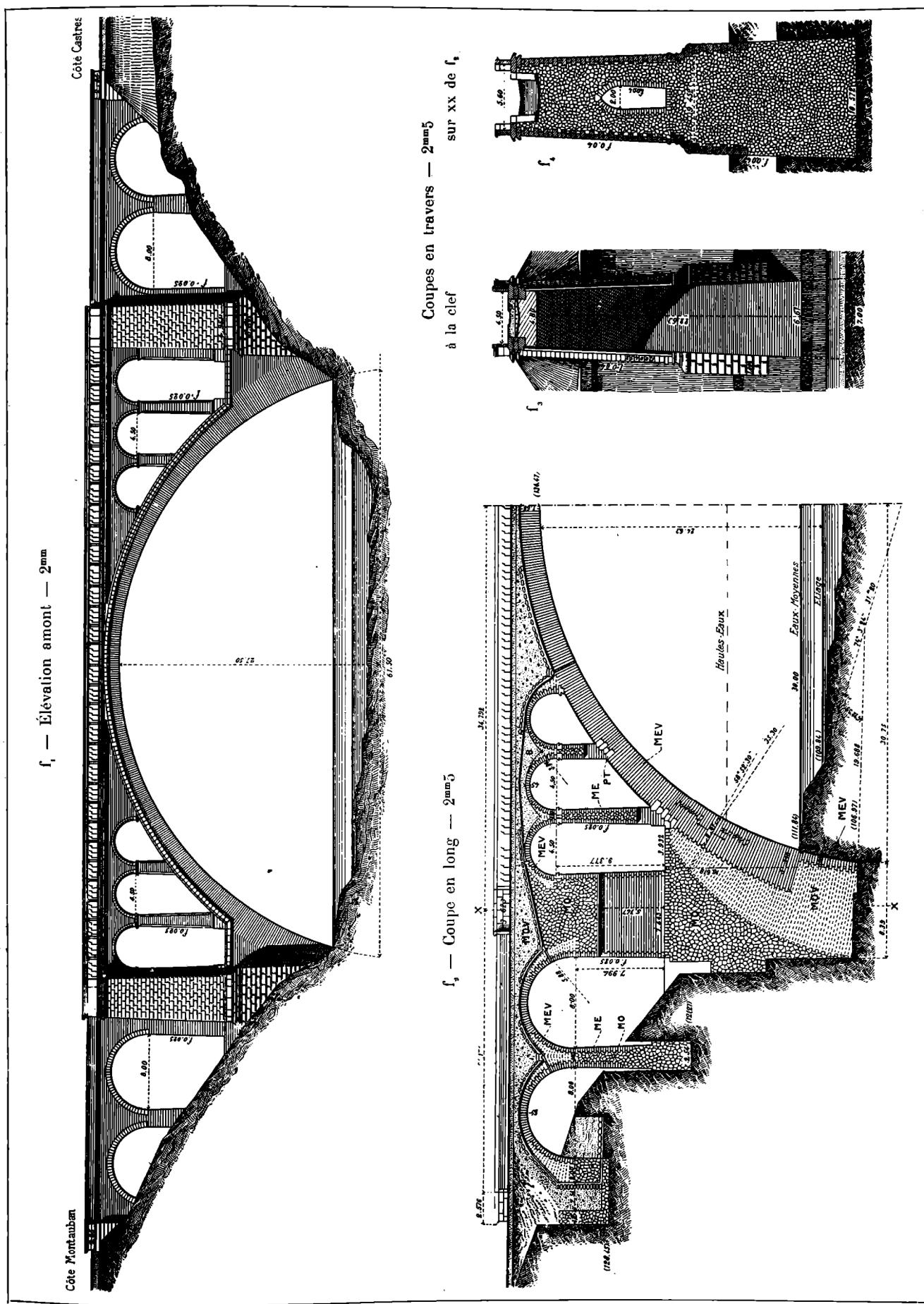
L'aspect n'y a point gagné.

4. — Disposition indiquée :

aux ponts sur le Lot : d'Espalion (ix^e siècle^f), 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).

.....

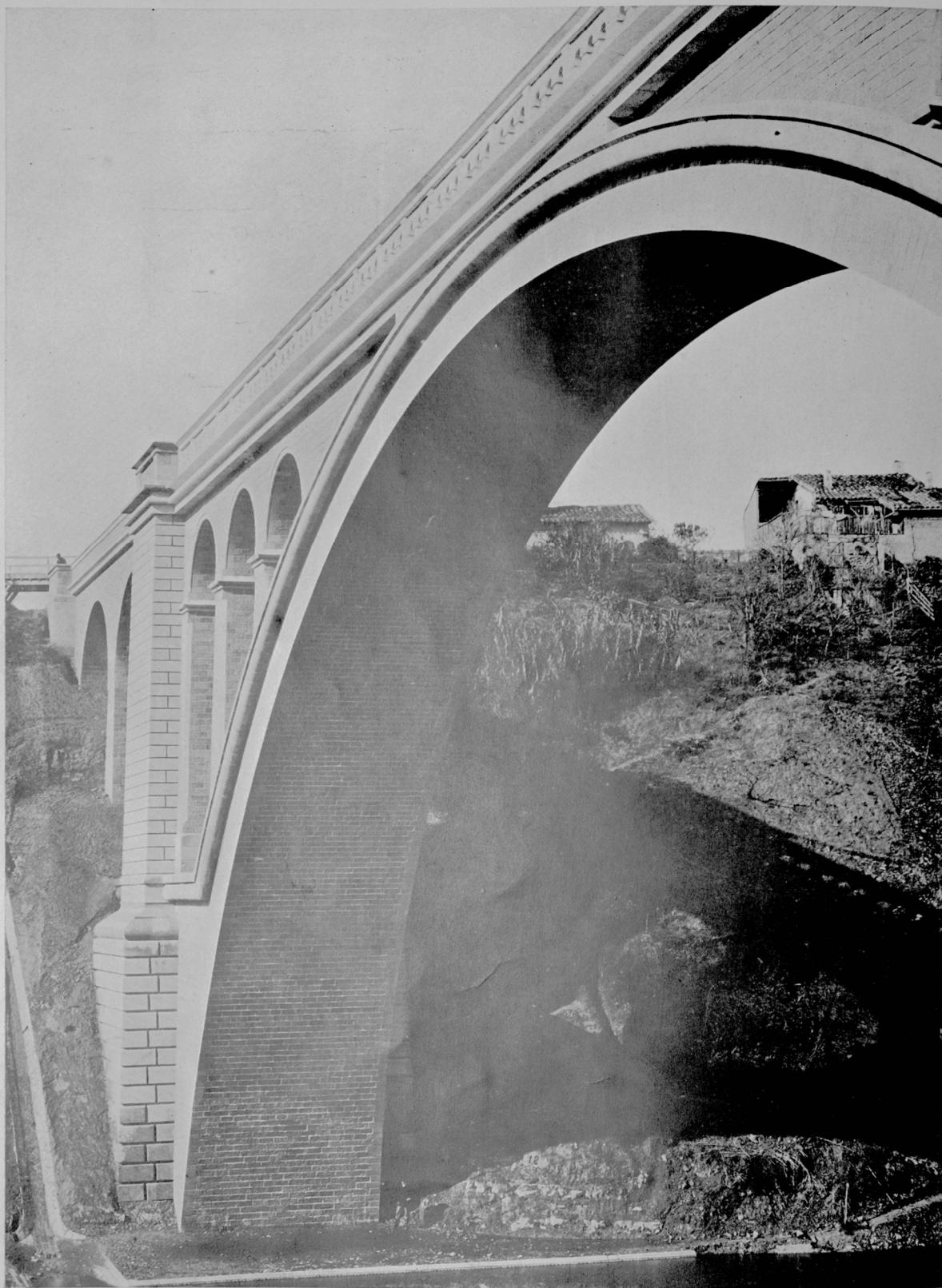
5. — A¹ FR (> 40^m)⁵ — Tome II.



$\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr $\geq 40^m$ 4

PONT DE LAVAUR

Φ_2 — amont 136^{ter}



Cliché de M. Terpereau, photographe à Bordeaux.

Naissances des voûtes
d'évidement — 1^{cm}5

f₁₁ — Élevation

f₁₄ — Coupe sur yy de f₁₃

f₁₃ — Élevation

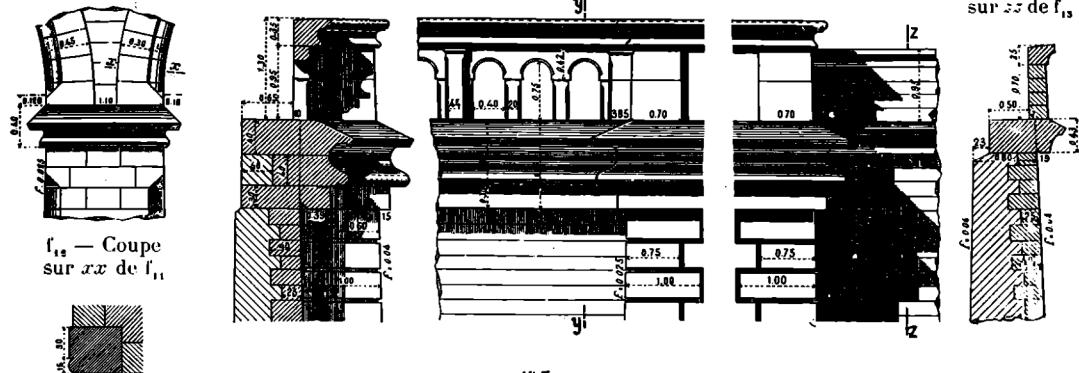
Parapet — 1^{cm}2

Au-dessus des voûtes d'accès

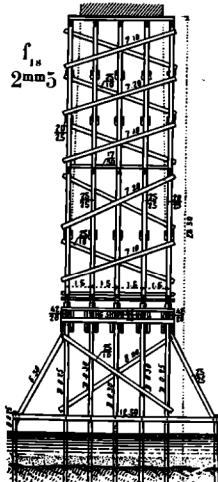
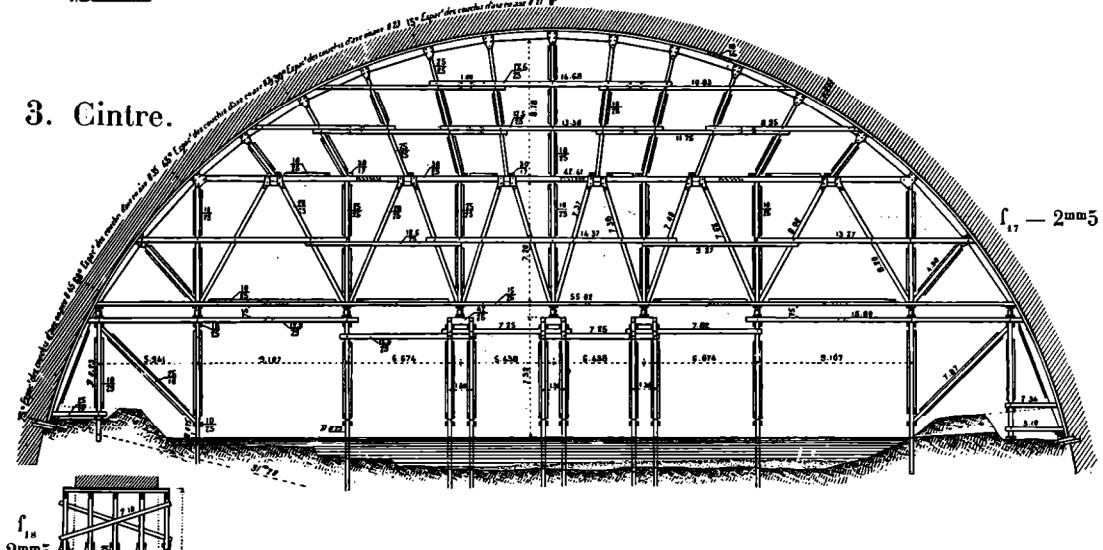
f₁₅ — Élevation

f₁₆ — Coupe

sur zz de f₁₃



3. Cintre.

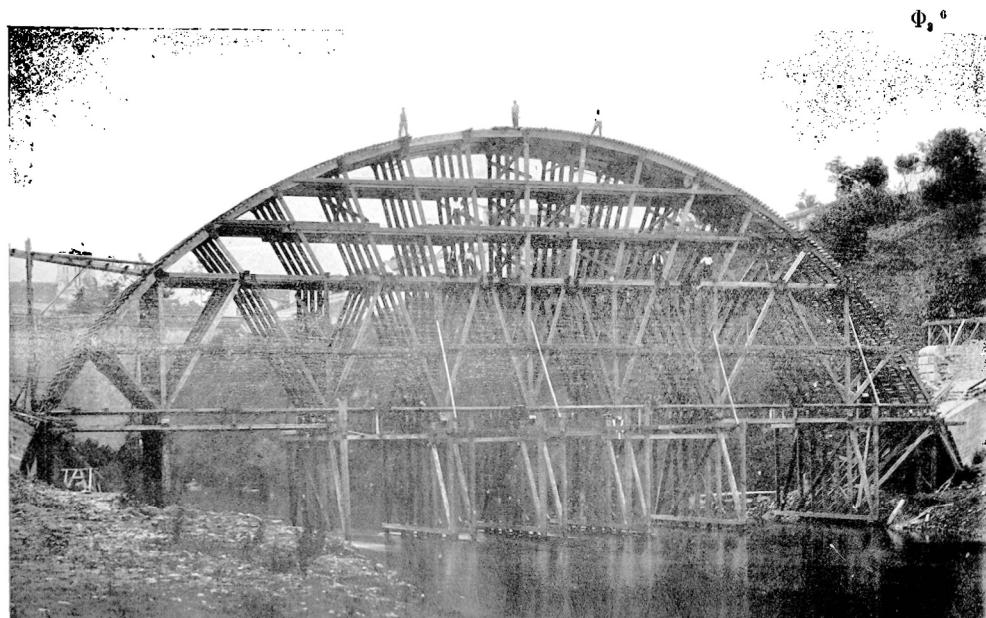


La rivière coule directement sur le tuf, dans lequel on ne peut enfouir de pieux de plus de 40^{cm} à 50^{cm} sans l'étoiler ou le soulever.

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.



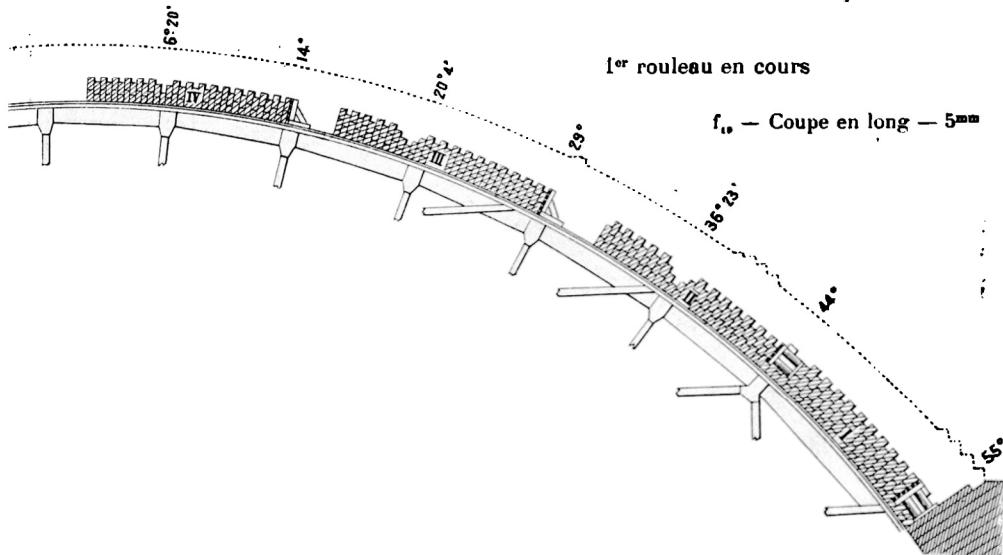
4. Exécution de la grande voûte. — *A. - Division en rouleaux.*
— Elle a été construite en trois rouleaux avec les épaisseurs que voici :

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

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

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'

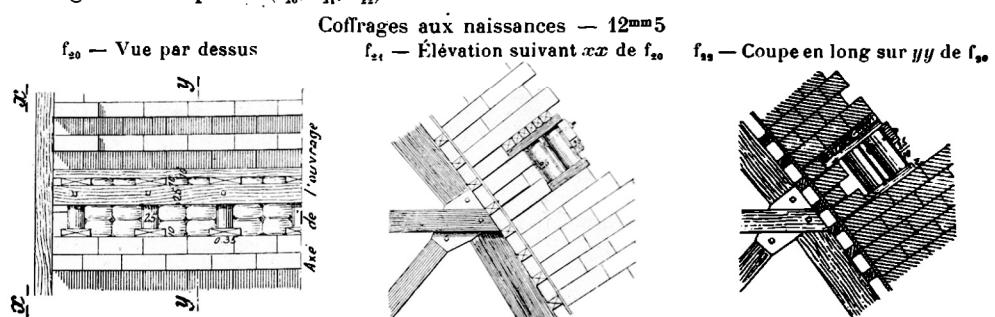


B₁. Ordre d'exécution des tronçons. — Pour tenir le cintre aux reins, on construisit d'abord les tronçons I et I'.

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.

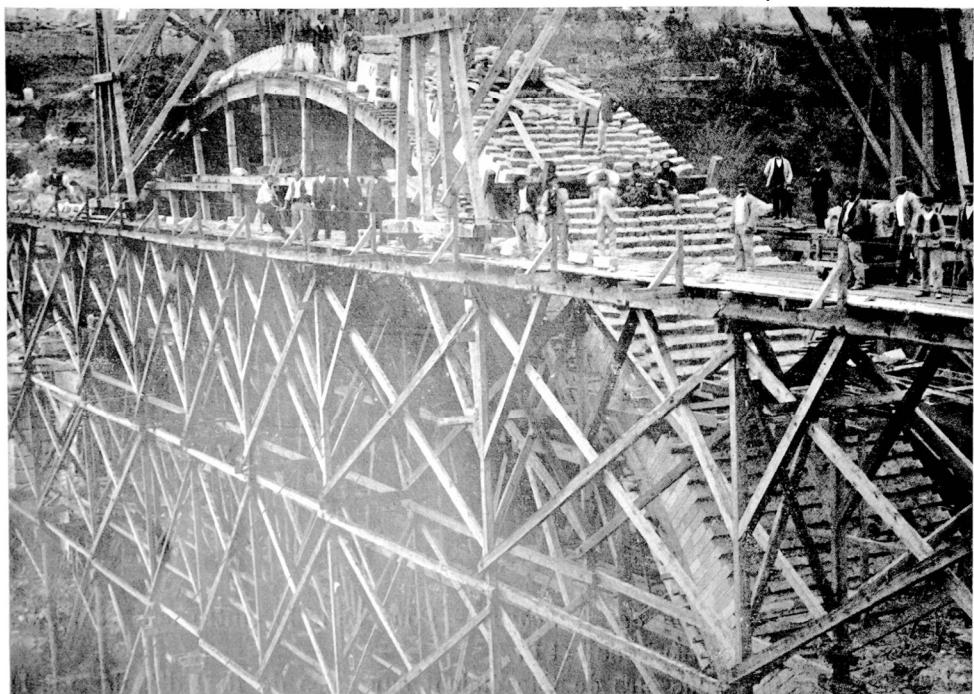
Les 4 premières files correspondantes de moellons équarris de douelle s'appuyaient : en bas, sur des bandes de plomb de 15^{mm} d'épaisseur et 4^{cm} de largeur ; en haut, sur des coins en chêne à la demande des queues des moellons. Les cales en plomb devant rester dans la maçonnerie étaient élevées 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 (f₁₀, f₁₁, f₁₂).



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'.

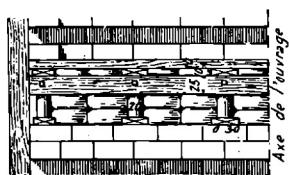
Φ₄ 7 — 1^{er} rouleau



Les tronçons II et II' reposent sur des coffrages (f₂₁), 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} (f₂₂, f₂₃).

Coffrage à 44° — 12^{mm} 5

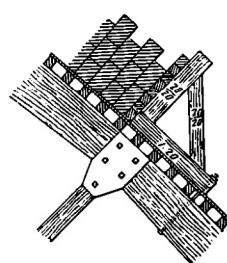
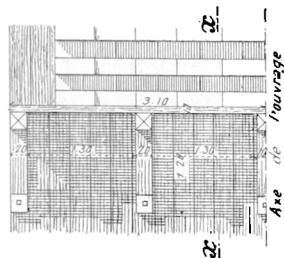
f₂₁ — Vue par dessus



Taquets à 14° et 29° — 12^{mm} 5

f₂₁ — Vue par dessus

f₂₂ — Coupe sur xx de f₂₁



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

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.

B. 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.

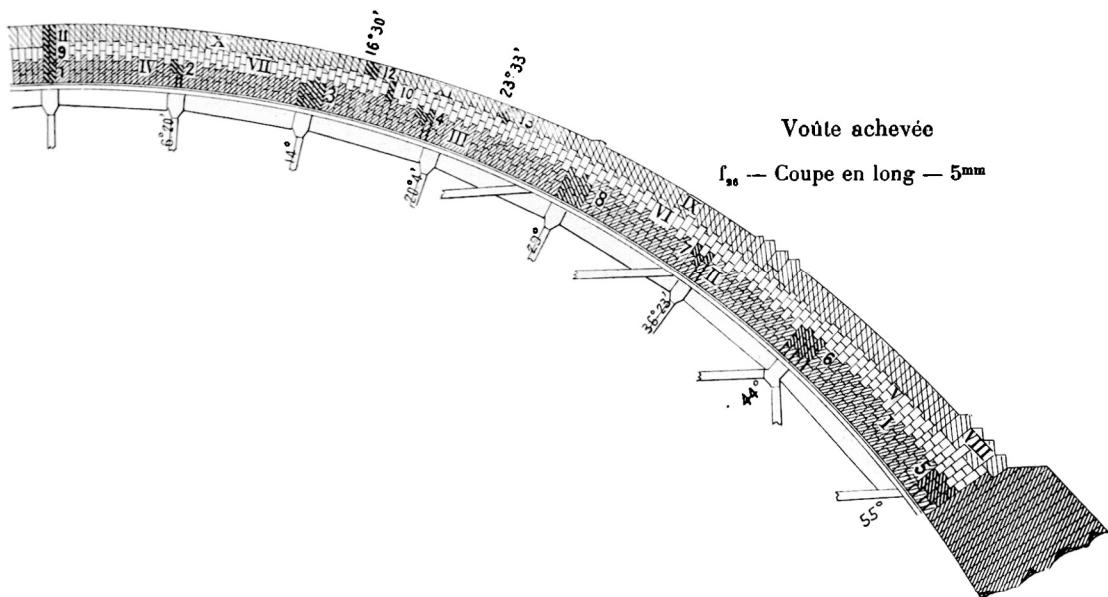
9. — Par sac de 50kg et 77 litres de sable, on mettait en moyenne :
pour du sable sec..... 10 litres à 11 litres d'eau.
pour du sable humide..... 9 litres

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° 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'étoffe. 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° 53', on fait deux nouvelles attaques aux angles de 23° 38': tronçons XI et XI' clavés le 20 décembre.

Le dernier clavage eut lieu, à l'angle de 23° 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
5mm 4	2mm
12mm	11mm
20mm 7	16mm 75
moyenne : 18mm 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.

Φ¹⁰ État du Pont au décintrement



Voici les tassements observés :

à la clef.....	0 ^{mm} 62
à 18° 40'.....	0 ^{mm} 34
à 34° 07'.....	0 ^{mm} 21
à 43° 30'.....	0 ^{mm} 15

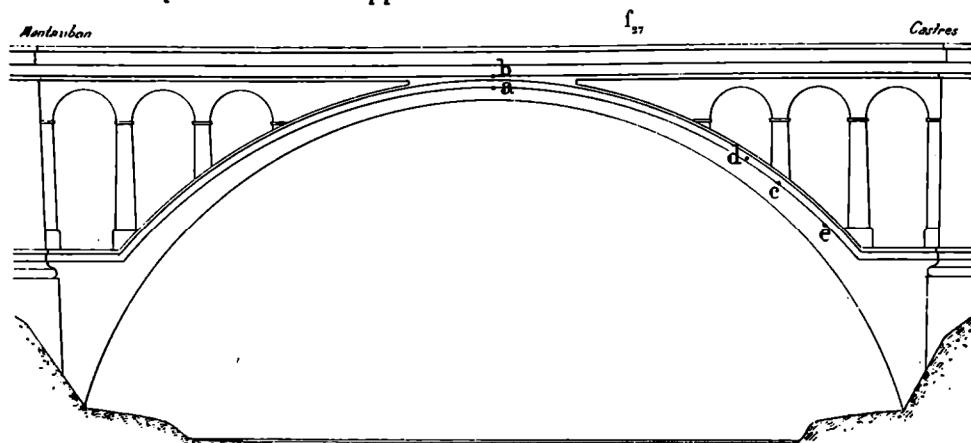
Côté Montauban	Côté Castres
0 ^{mm} 62	
0 ^{mm} 34	0 ^{mm} 34
0 ^{mm} 21	0 ^{mm} 29
0 ^{mm} 15	0 ^{mm} 29

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 1899¹¹ 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		
	a ↓	b ↓	c ↓ ↑	d ↓ ↑	e ↓ ↑	Direction (f ₂₇)	Voyageurs V ou Marchandises M	Poids de la machine en tonnes
Juillet 1899								
16	4.2 5.0	5.0 »	» »	» »	» »	→	M	37 5
17	6.2 7.1 5.0 6.1 5.0 4.8 6.5 5.7 4.5 6.0 » 2.5	5.0 » 2.0 0.2 1.0 0.5 0.2 2.0 2.0 1.2 0.7 1.2 0.3 0.2 0.4	» » » » » » » » » » » » » » »	» » 2.2 0.4 1.0 0.6 1.8 2.0 2.0 » » » » » » »	» » » » » » » » » » » » » » »	→ ← → ← → ← → ← → ← → ← → ← →	V V V M M V M V M V V V V M V M V	40 39 5 39 5 37 5 37 5 40 37 5 40 39 5 37 5 39 5 39 5 37 5 39 5 37 5 39 5
18								

7. Personnel.

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

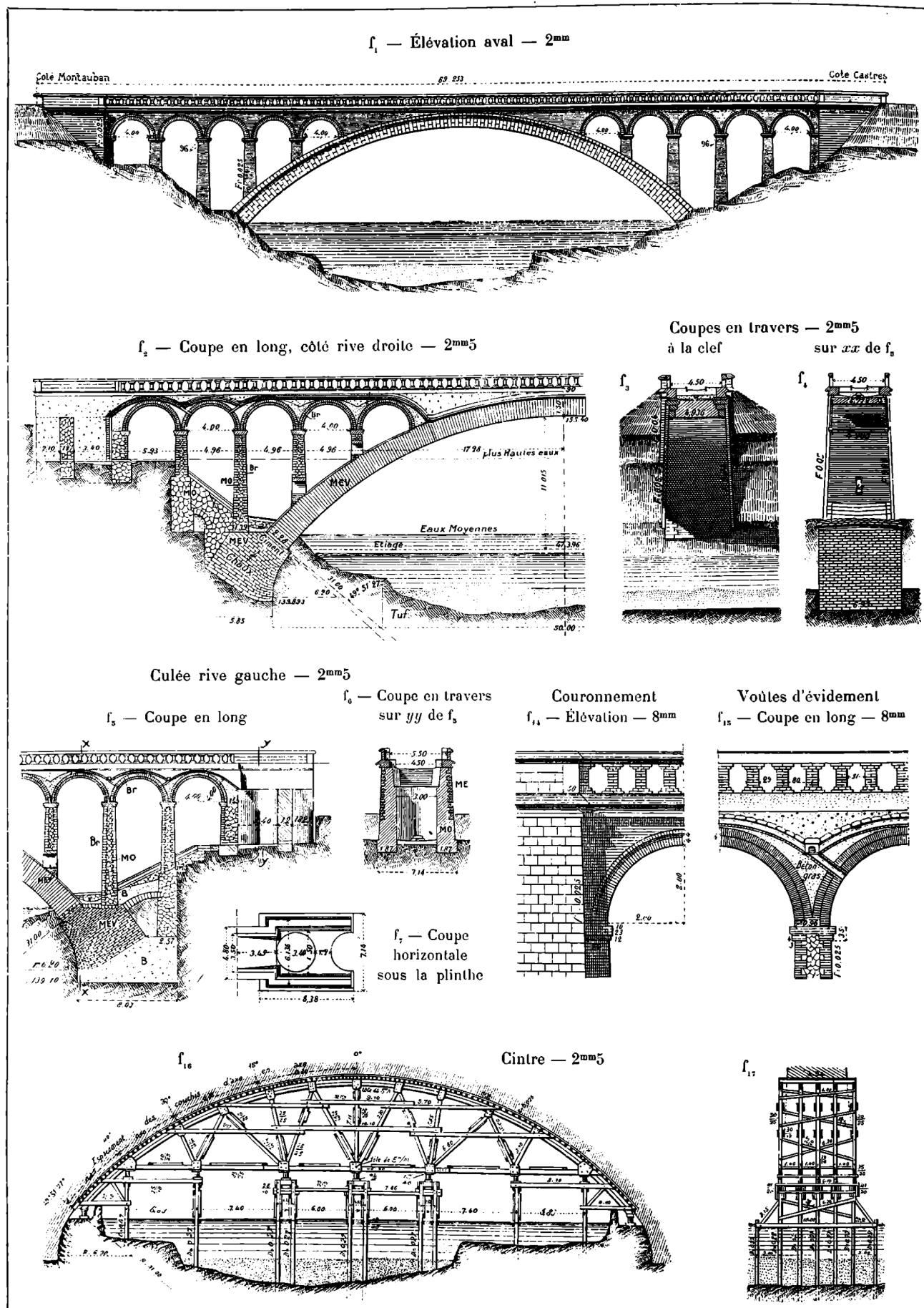
Ingénieur ordinaire. — *Projet*¹² et *Exécution* : M. Séjourné.

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.



PONT ANTOINETTE SUR L'AGOÛT (TARN)

Ligne de Montauban à Castres¹.

1883-1884

$\mathbf{\hat{A}^1 F^r} (\geq 40^m) 5$

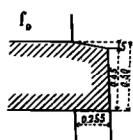
1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — Pour fonder en rivière, il aurait fallu descendre à 8^m sous l'eau.

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

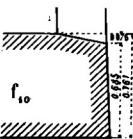
2. Archivolte (f_s à f_{11}). — Les bandeaux sont relevés par une archivolte qui s'enfonce dans le sol avec l'arc.

Profils de l'archivolte — 2^{cm}

à la clef

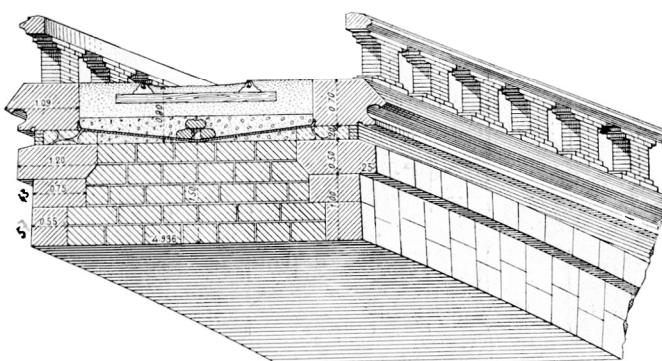


aux retombées



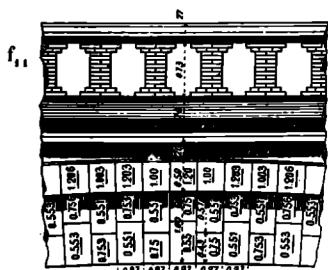
Couronnement et archivolte

f_s — Coupe en travers à la clef — 1^{cm}

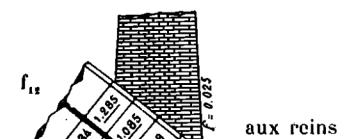


Appareil des têtes — 1^{cm}

à la clef

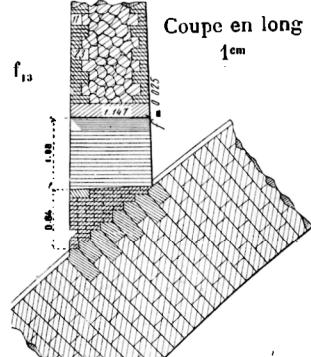


On a souligné les queues des voussoirs.



aux reins

Appui des piles sur le dos de la grande voûte



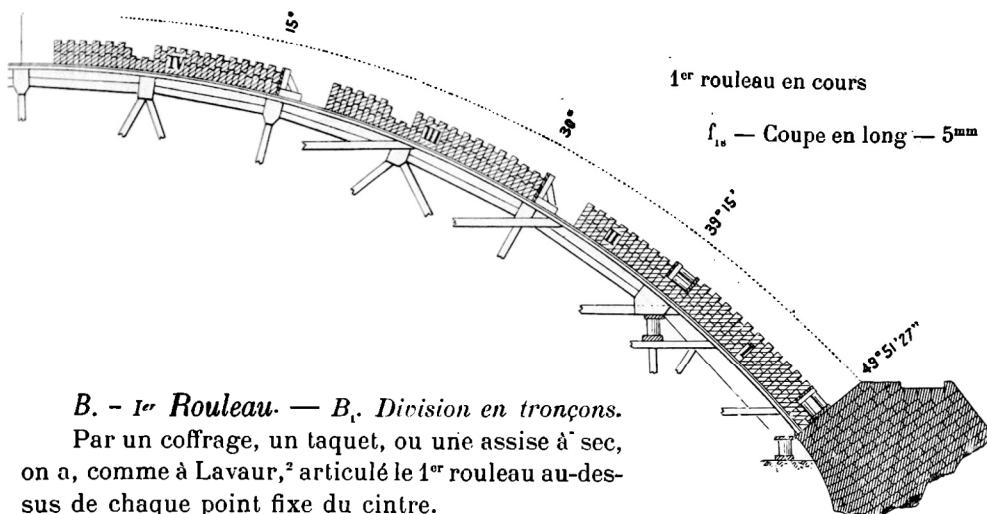
1. — Entre les stations de Vielmur et Sémalens, à 1^m450 de Sémalens.

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 :

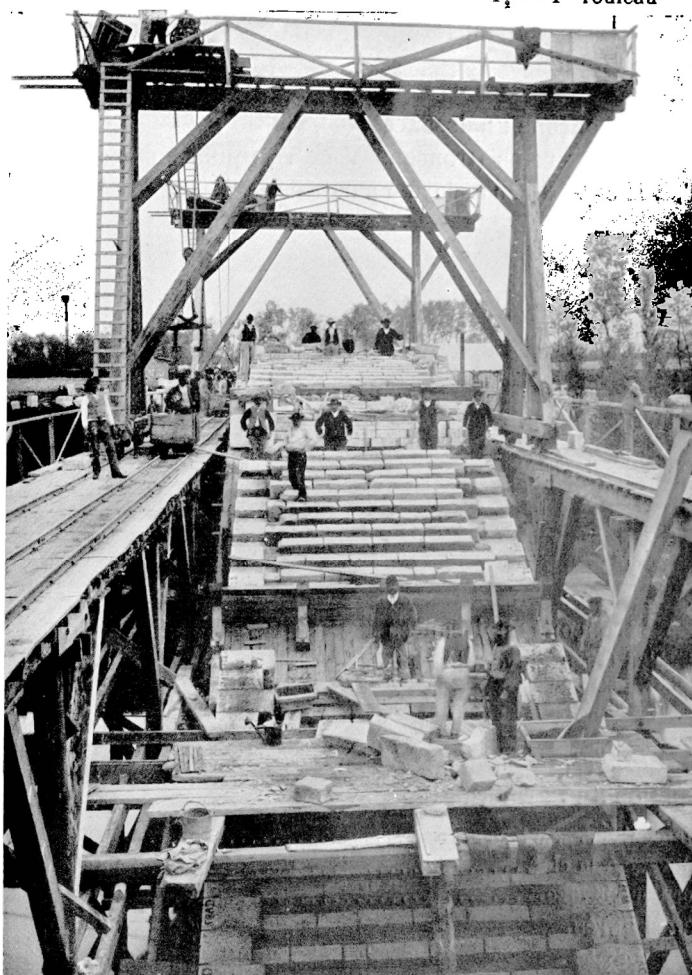
1 ^{er} Rouleau				2 ^e Rouleau				3 ^e Rouleau			
Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur max.	Epaisseur min.	Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur max.	Epaisseur min.	Désignation des parties de la voûte	Nombre de moellons en épaisseur par assise	Epaisseur max.	Epaisseur min.
1 ^{er} 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"			
de 40° à 14°	2	0 ^m 79	0 ^m 76	de 40° à 28°	2 et 1	0 ^m 63	0 ^m 53	à la clef	2 et 1	0 ^m 61	0 ^m 50
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"			
de 30° à la clef	1	0 ^m 595	0 ^m 50	de 30° à la clef	1	0 ^m 50	0 ^m 50	à la clef	1	0 ^m 77	0 ^m 50



B. - 1^{er} Rouleau. — B.₁. 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_2 — 1^{er} rouleau



On a établi : aux angles de $49^{\circ}51'27''$ (naisances) et $39^{\circ}15'$, des coffrages, comme à Lavaur³ aux angles de 55° et 44° ;

à ceux de 30° et 15° , des taquets, comme à Lavaur³ aux angles de 13° et 29° ;

les faces des taquets et cofrages étant toujours placées entre l'about du vau et la clef.

On n'a pas bourré le vide de sacs de sable, comme on l'avait fait à Lavaur³ et au Castellet⁴.

Le premier rouleau a été ainsi divisé en 8 tronçons :

de $49^{\circ}51'27''$ à $39^{\circ}15'$	tronçons I et I'
de $39^{\circ}15'$ à 30°	tronçons II et II'
de 30° à 15°	tronçons III et III'
de 15° à la clef	tronçons IV et IV'

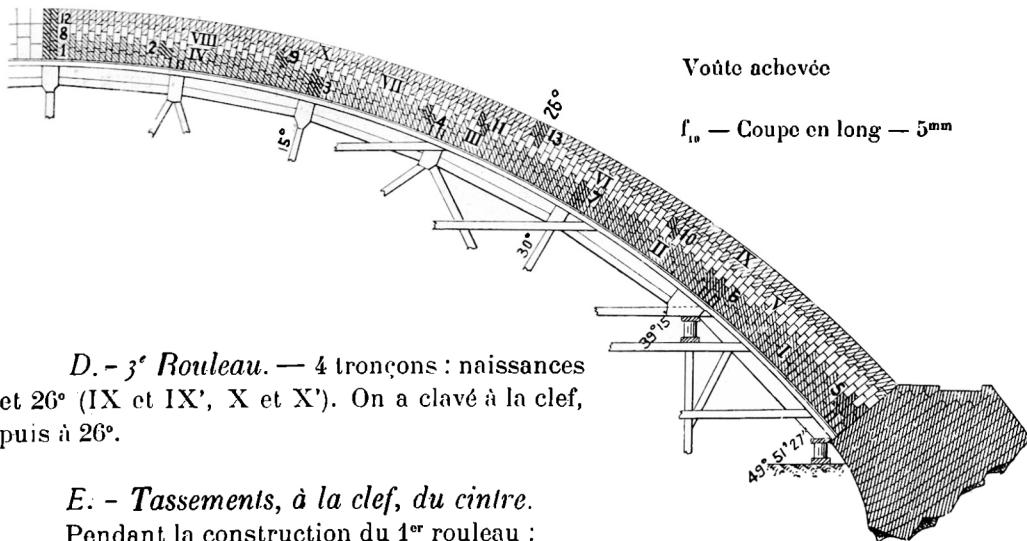
Les deux pierres de taille du bandeau et les 4 files de moellons de douelle correspondant aux coffrages étaient posées sur cales, comme à Lavaur.³

B., *Ordre d'exécution des tronçons.* — Comme à Lavaur,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 vaux.

B. 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 Lavaur⁵ pour le matage des joints.⁶

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

On a d'abord maçonner 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.....	4mm5
au moment du clavage à la clef.....	11mm
Total après le dernier clavage.....	13mm

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 :

à la clef.....	0mm60
à 16°	0mm51
à 32°	0mm50
à 42°	0mm29
Culée	0mm05

Côté Montauban	Côté Castres
0mm60	
0mm51	0mm05
0mm50	0mm10
0mm29	0mm01
0mm05	

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 0mm44.

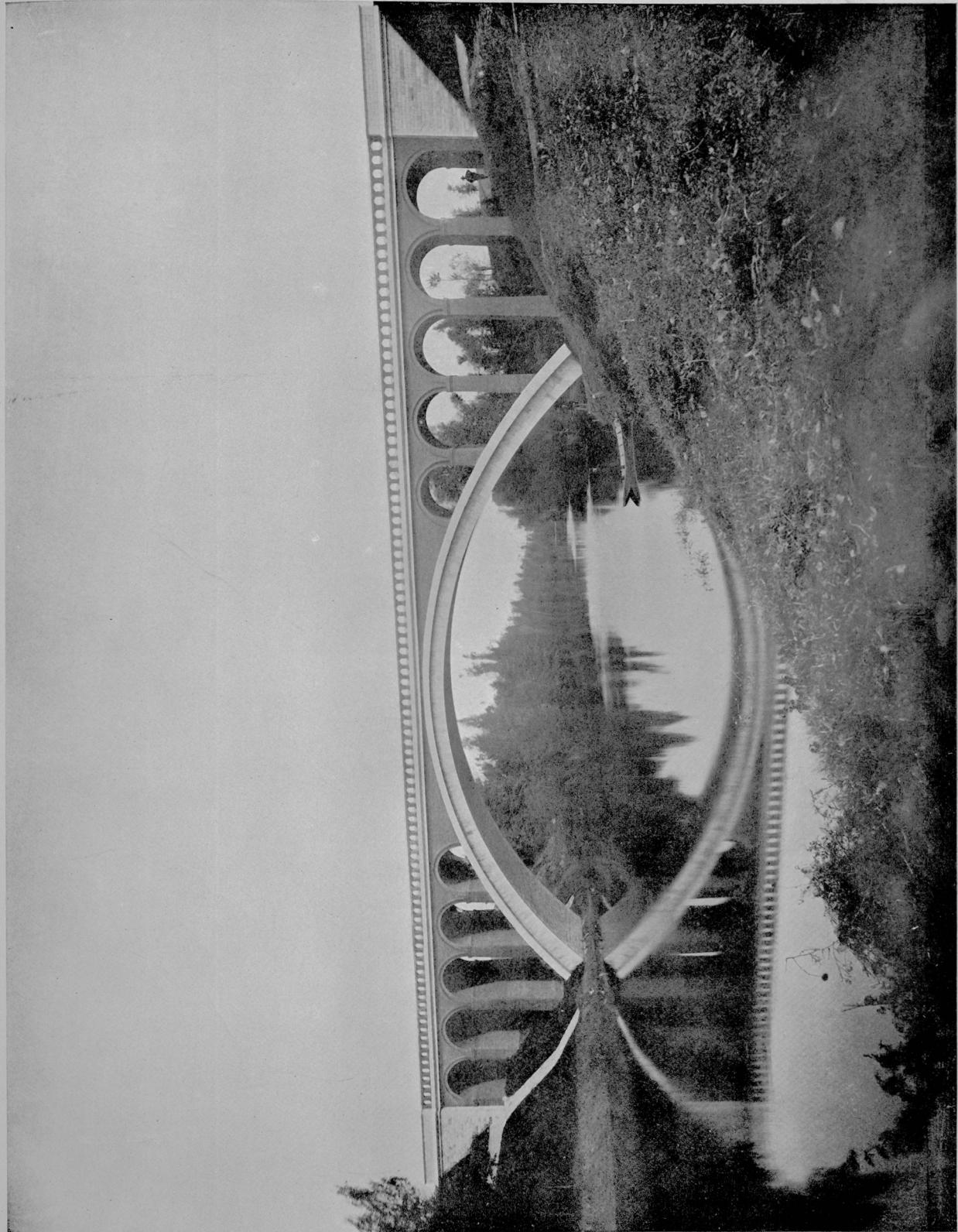
5. — $\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)⁴ — Tome II.

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

A Fr. 40m⁵

PONT ANTOINETTE

Φ_i — aval



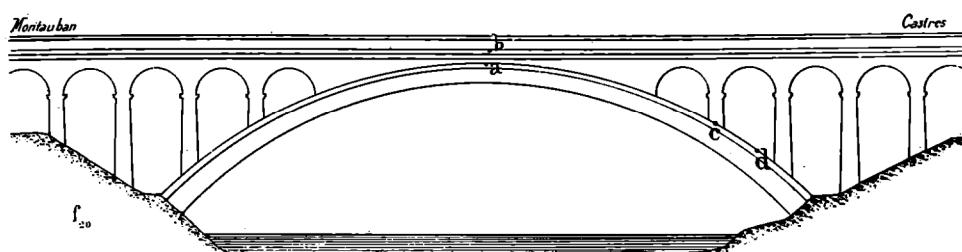
148^{bis}

T. II.

Clické de M. Terpereau, photographe à Bordeaux.

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	Mouvements verticaux en dixièmes de millimètres aux points de f_{so} :						Direction (f_{so})	Train		Nombre de Wagons	Vitesse normale en kilomètres à l'heure
	a ↓	b ↓	c		d ↓	↑		Voyag. V. ou March. M.	Poids de la machine en tonnes		
—											
Juin 1899											
29											
2 ^h 50 s.	4.8	»	»	»	»	»	→	V	40	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^o - La clef (a) baisse brusquement, proportionnellement à la surcharge.

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

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

5^o - 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 élèves 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 LAVAUR, ANTOINETTE

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

I. — Ponts de service et installations.

Quantités - Dépenses

NOTA. La surface d'élévation S du pont de service est comptée entre le plan des voies d'approvisionnement des grues, les berges, et les points d'appui du pont de service (c'est-à-dire au Castelet, le lit de la rivière, aux 2 autres ponts, les têtes des pieux de brise-lame du cintre).

II. — Cintres. — *Prix de revient total.*

Main-d'œuvre.

Fondation - Pieux (outils et faux-frais compris).

	PONTS		
	du Castelet	de Lavaur	Antoinette
Forage des trous.....	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.....	3600'	13000'	16500'
Nettoyage des trous et cimentage au scaphandre.....	3903'25		2143'80
Enlèvement ou recépage.....	276'35		175'70

Bois équarris.

Au-dessous de la tête des pieux :

Toille et mise en place (vaux, contrefiches, contreventements inférieurs).....	2004'35	2500'	554'75
Démontage et enlèvement des bois.....	350'05	pour	69'25
Outils et faux frais (environ 1/20').....	145'60	50'76	31'19

Au-dessus de la tête des pieux :

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).....	7618'64	5500'	3344'81
Démontage et enlèvement des bois.....	2789'40	pour	1364'40
Outils et faux-frais (environ 1/20').....	984'80	228'51	339'00
	362'79	229'50	166'92

Ensemble.....

Fournitures (les matériaux restant, après emploi, la propriété de l'entrepreneur).

Bois (rendus sur les chantiers, déchets compris)

Sapin pour pieux. — Bois équarris.....	10090'80	12066'49	7825'72
Fers. - Zinc (pour assemblage). - Plomb (de l', sur les sommiers).....	17494'89	15966'76	10579'70
	7404'09	3900'27	2753'98

Divers.

Câbles de contreventement (pieux d'amarrage, achat, transport, pose et dépose). — Boîtes à sable (calfatage et remplissage).....

<i>Prix de revient total.....</i>	30000'	38000'	32300'
-----------------------------------	--------	--------	--------

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

	PONTIS						
	du Castelet	de Lavaur	Antoinette				
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..... { de la voûte V° à 60°	7°016	6°048	5°818				
Nombre de fermes.....							
* Voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7. A	5	5	5				
Épaisseur d'une ferme { de rive.....	20°	20°	20°				
intermédiaire.....	25°	25°	25°				
d'une ferme { de rive.....	29°379	42°25	23°647				
{ intermédiaire.....	34°391	49°83	28°548				
de toutes les fermes C ₁ ,.....	161°931	233°99	132°938				
Cube { des pièces communes (plate-lage, contreventements, couchis) C ₂ ,.....	45°308	90°62	53°615				
de total du cintre C' = C ₁ + C ₂ ,.....	207°239	324°61	186°553				
bois par mq de douelle K ₁ = $\frac{C'}{S}$	0°556	0°657	0°592				
(pieux { par mc. de vide sous le cintre K ₂ = $\frac{C'}{C_3}$	»	0,043	0,053				
compris) Rapport $\frac{C_4}{C'}$	0,22	0,28	0,29				
Le cube C' { pieux { nombre ..	»	78	70				
se décompose { pieux { cube	»	39°34	27°70				
en { bois équarris.....	»	285°27	158°853				
Poids { total P.....	14759°	11246°	7806°				
de mq de douelle p ₁ = $\frac{P}{S}$	39°60	22°765	24°78				
de fer { par mc. de vide sous le cintre p ₂ = $\frac{P}{C_3}$	»	1.507	2.20				
par mc. de bois $\frac{P}{C}$	71°21	34°64	39°805				
Dépense réelle { totale.....	30000°	38000°	32300°				
(tout compris) { au mq. de douelle $\frac{D}{S}$	80°50	76°92	102°54				
{ au mc. de bois $\frac{D}{C}$	144°76	117°06	173°14				
Bois équarris seuls { Cube.....	207°239	285°27	158°853				
(non compris les pieux) { Dépense { fers compris....	123°11	83°49	85°49				
{ au mc. { fers non compris	85°45	69°82	68°15				
Pour 1 ^{me} de bois équarri :							
	sur tout le cintre	ou-dessous de la tête des pieux	ou-dessous de la tête des pieux	sur tout le cintre	ou-dessous de la tête des pieux	ou-dessous de la tête des pieux	sur tout le cintre
(Préparation et taille, bardage, montage, démontage, 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 ^{me} de maçonnerie de la voûte a exigé :		Le service d'un maçon a exigé un nombre de manœuvres (m) de :
			Cube	du	de	maximum	Cube moyen exécuté	Heures de	
	commen-	la	fin	par l'ensemble des maçons	par	maçons	maçou- vres	de ciment	
1882									
du Castelet au-dessus de 60°	1 ^{er} rouleau	10 - X	5 - XI						
	2 ^e —	28 - X	28 - XI						
	Ensemble et moyenne			»	»		10 ^{me} 87	1 ^{me} 18	8 ^h 27 ^m
								15 ^h 21 ^m	152 ^k
									1 ^m 8
1883									
de Lavaur au-dessus de 55°	1 ^{er} rouleau	10 - IX	8 - X	32 ^{me}	18 ^{me}	0 ^{me} 97			
	2 ^e —	9 - X	12 - XI	13 ^{me} 5	7 ^{me} 07	0 ^{me} 81			
	3 ^e —	13 - XI	24 - XII	14 ^{me} 2	7 ^{me} 12	0 ^{me} 62			
	Ensemble et moyenne			»	»	»	8 ^{me} 13	0 ^{me} 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 ^{me} 4	10 ^{me} 8	0 ^{me} 91			
	2 ^e —	29 - IV	13 - V	22 ^{me} 45	17 ^{me} 02	0 ^{me} 92			
	3 ^e —	13 - V	3 - VI	14 ^{me} 2	11 ^{me} 2	1 ^{me} 03			
	Ensemble et moyenne			»	»	»	11 ^{me} 92	0 ^{me} 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).

PONTS			
	du Castelet	de Lavaur	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	12'74	15'60
Outils et faux-frais (1/20').....	0'60	5'43	3'79
Ciment artificiel Vicat n° 1.....	16'13	16'07	10'04
Sable.....	1'17	0'91	0'33
Fournitures			
(y compris 1/20 ^o pour outils et faux-frais pour la pierre)			
Pierre de taille de grand et petit appareil.....	24'37	86'71	28'27
Moellons équarris.....	32'12	24'61	83'79
Parements vus.....	10'43	10'36	49'15
Plus-value pour taille de moellons équarris, en voûtes.....	2'49	3'57	98'35
Maçonnerie régularisant les fouilles.....	1'31	»	»
Divers			
(payés sur la somme à valoir)			
Plomb, liteaux.....	1'56	2'06	0'92
Taquets et coffrages, taille et pose des assises à sec.....	1'45	8'57	4'47
Gargouilles, calfatage des joints de l'extrados, chapes, rejoointements.....	3'84	4'98	13'08
Divers.....	0'41	1'57	1'25
<i>Prix de revient total du mc. de grande voûte:</i>	<i>108'02</i>	<i>112'47</i>	<i>119'53</i>
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 (Lavaur et Antoinette).....	58000'	75000'	63400'
Culées.....	»	94000'	»
Viaduc d'élegissement.....	29600'	111900'	50400'
Plinthes et parapets (y compris fluation de la pierre tendre).....	14900'	46000'	21000'
Surveillants et divers.....	3800'	20100'	12200'
<i>Total.....</i>	<i>207000'</i>	<i>485000'</i>	<i>224000'</i>

PONT DE WÄDLITOBEL

SUR LE RAVIN DE KLÖSTERLE (AUTRICHE, - Voralberg)

*Chemin de fer de l'Arlberg*¹

1883-1884

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$) 6



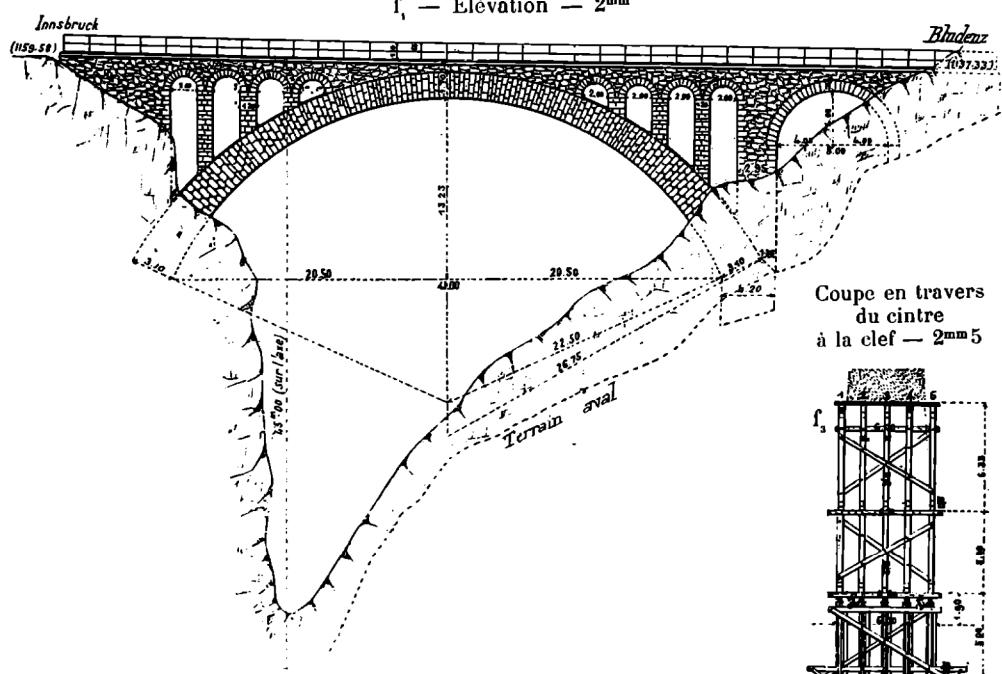
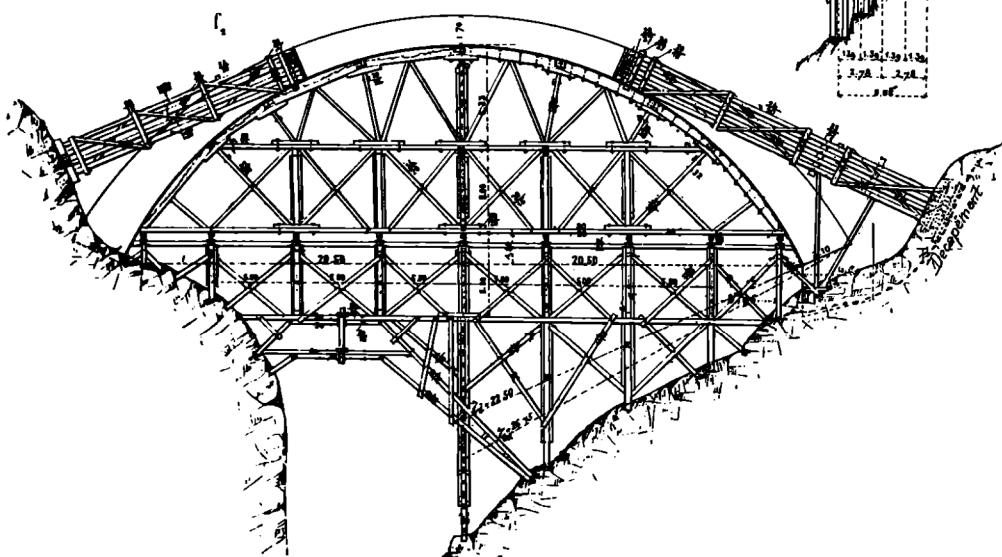
1. Cintre (f_1 , f_2). — Les vaux sont en deux pièces assemblées en dents de scie et boulonnées.

Les potaux de l'étage inférieur sont en bois rond de $0^m 30$; 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_3).

1. — Dans la montée de Bludenz au souterrain de l'Arlberg, à $2^m 5$ environ en deçà de l'entrée, près de la halte de Klösterle.

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

f₁ — Élévation — 2^{mm}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
Béton	4 ^{mc}	21'62
en fondation.....	80 ^{mc}	17'91
Maçonnerie { de moellons bruts.....	780 ^{mc}	20'75
{ de voûte.....	755 ^{mc}	31'68
{ de pierre de taille.....	29 ^{mc}	82'01
Plus-value pour la maçonnerie de la grande voûte.....	630 ^{mc}	33'56
Rejointolements	405 ^{mq}	3'27
Chapes	280 ^{mq}	7'21
Gargouilles	165 ^k	0'54
Garde-corps.....	135 ^w	6'15
Cintres.....	»	»
Divers.....	»	»
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''. — Dessins.

S''''. — Décompte.

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

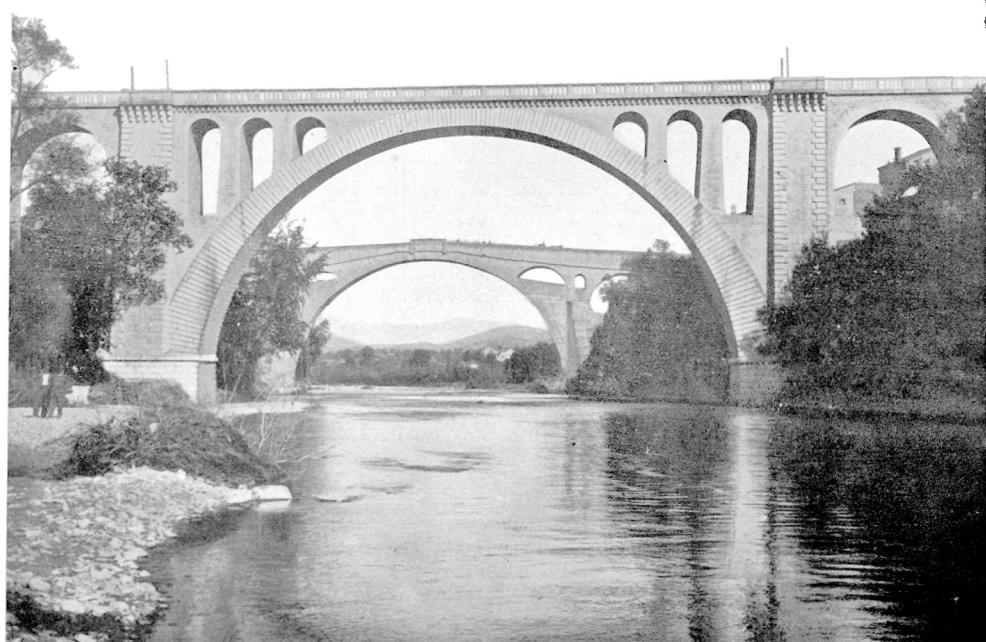
PONT SUR LE TECH, A CÉRET (PYRÉNÉES-ORIENTALES)

Ligne d'Elne à Arles-sur-Tech

1883-1885

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \text{ Fr } (\geq 40^m)^7$

Φ_1 — amont (S₁)



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^m45¹.

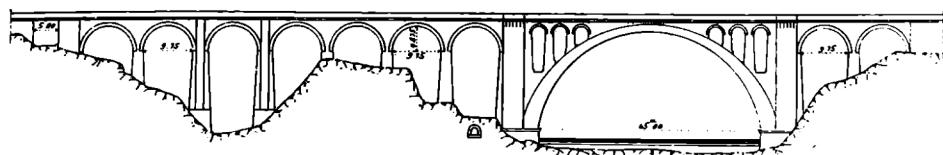
2. Aspect. — L'arc, très peu surbaissé, se raccorde mal avec des piédroits trop bas.

Le bandeau croît trop de la clef aux reins.

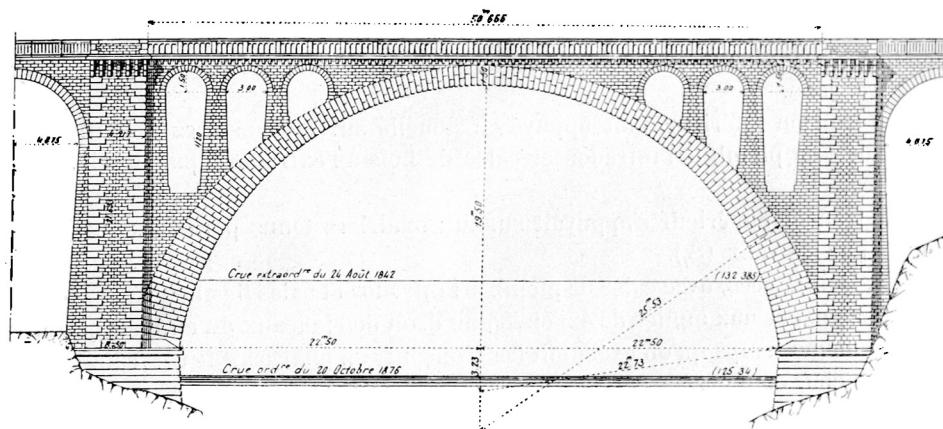
Les piles des voûtes d'évidement sur la grande voûte sont trop épaisses, et ont trop de fruit.

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

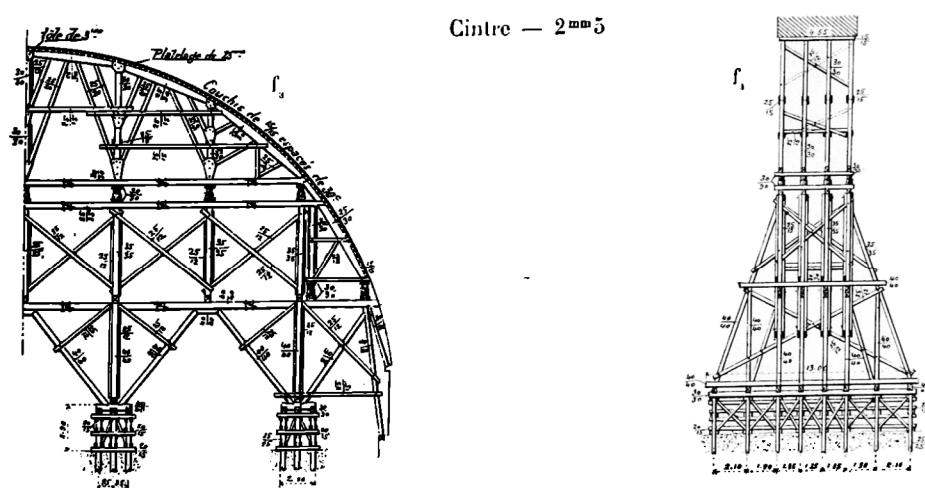
f₁ — Ensemble — 0^{mm}75



f₂ — Grande voûte — 2^{mm}



Cintre — 2^{mm}5



3. Cintre.

Main-d'œuvre pour le bois équarri - 362^{mc}21²
au-dessus des supports (S₁).

Préparation.....
Transport.....
Montage.....
Démontage et enlèvement.....
Outils et faux-frais.....

Dépense	Quantité d'heures
7'54	14 ^h 17 ^m
1'55	5 ^h 10 ^m
8'40	16 ^h 01 ^m
5'43	12 ^h 38 ^m
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^{mc}) 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^{er} Rouleau (255^{mc}) 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 ^{mc} 24
Sapin.....	351 ^{mc} 97
	362 ^{mc} 21

3. — On a suivi l'instruction rédigée pour le pont de Lavaur A¹ Fr (> 40^m)⁶ - 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 PALMGABEN¹ (*Haute-AUTRICHE*)

Ligne de Klaus-Steyrling à Selzthal (Pyhrnbahn)²

1904-1905

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

Φ_1 (S₁)



1. Chape Leiss-Zuffer (S₁). — 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 S¹-Pankraz.

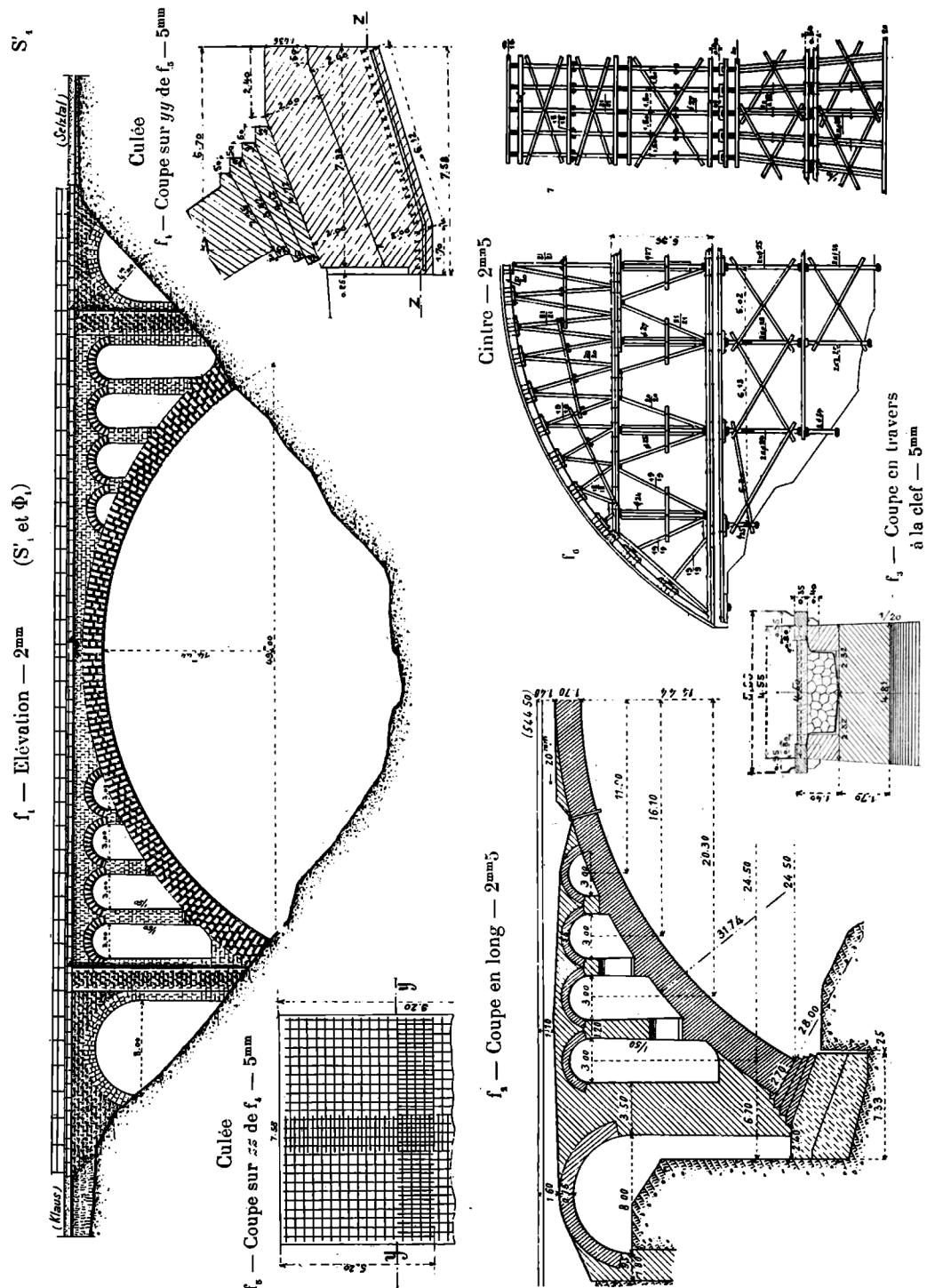
2. — Tronçon de la ligne de Linz à Selzthal.

3. — Chape de toutes les autres grandes voûtes des chemins de fer des Alpes autrichiennes :

Ponts sur le Schalchgraben, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 9$; sur le Rothweinbach, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 10$ — Tome II.

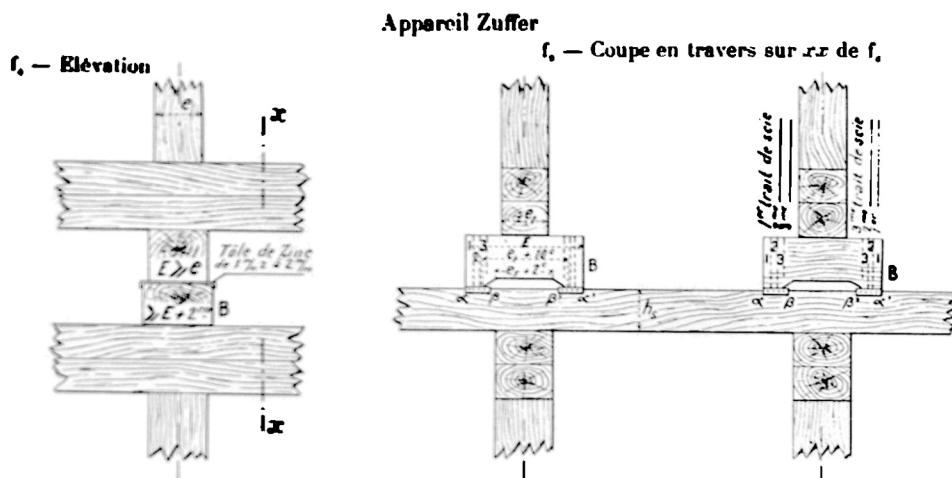
Ponts sur le Krenngraben, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 17$; de Steyrling, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 18$;

de Salcano, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 19$; de Canale, $\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{Fr} (\geq 40m) 1$ — Tome III.



2. Cintre (S'). — Il a été calculé pour les 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 noeuds, à base évidée.

On augmente progressivement la pression sur cette base α , β , α' , β' , en détachant à la scie des bandes 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 100⁴ par 100² : la voûte tasse lentement.

Le deuxième trait de scie, donné un peu après, quand la voûte ne tasse plus, élève la pression à 100⁴ environ par 100².

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^o, à Vienne.

6. — Il a été inauguré au Pont sur le Kremsgraben, A¹ Fr (> 40m)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 verhalten) S. p. 65.

SOURCES :

S₁. — Dessins (S') et renseignements (S''), 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 Wölbbrücken im Zuge der neuen Alpenbahnen* », J. Zuffer, « K. K. Ober-Baurat. »

S₄. — Ce que j'ai vu — août 1909.

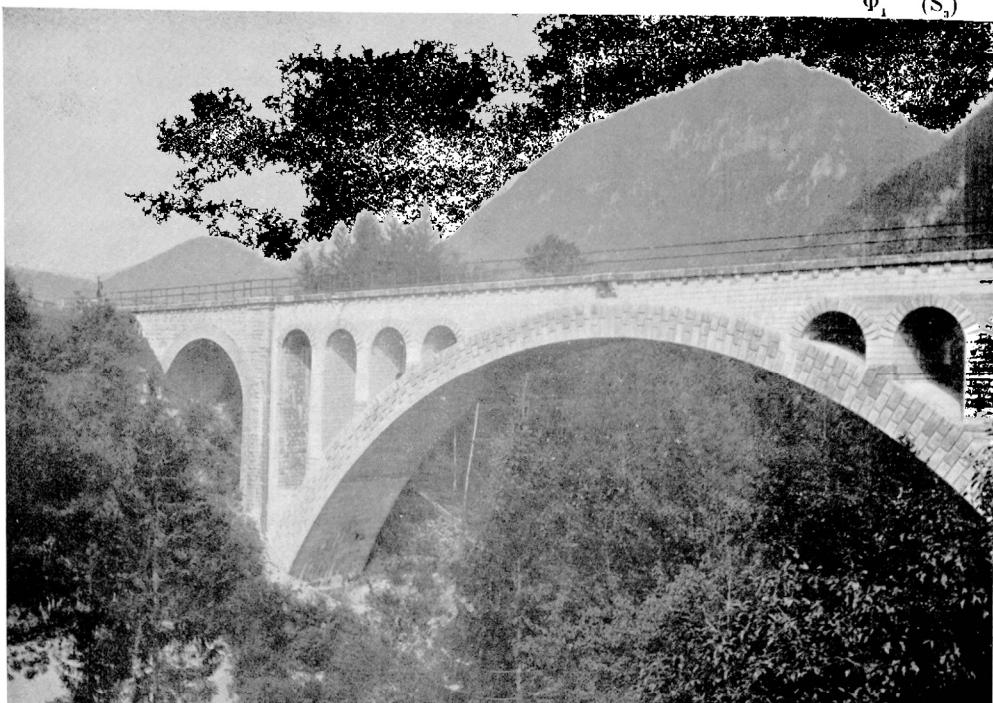
PONT SUR LE SCHALCHGRABEN¹ (*Haute-AUTRICHE*)

Ligne de Klaus-Steyrling à Selzthal (Pyhrnbahn)

1904-1905

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \mathbf{F}^r (\geq 40^m) 9$

Φ_1 (S₁)

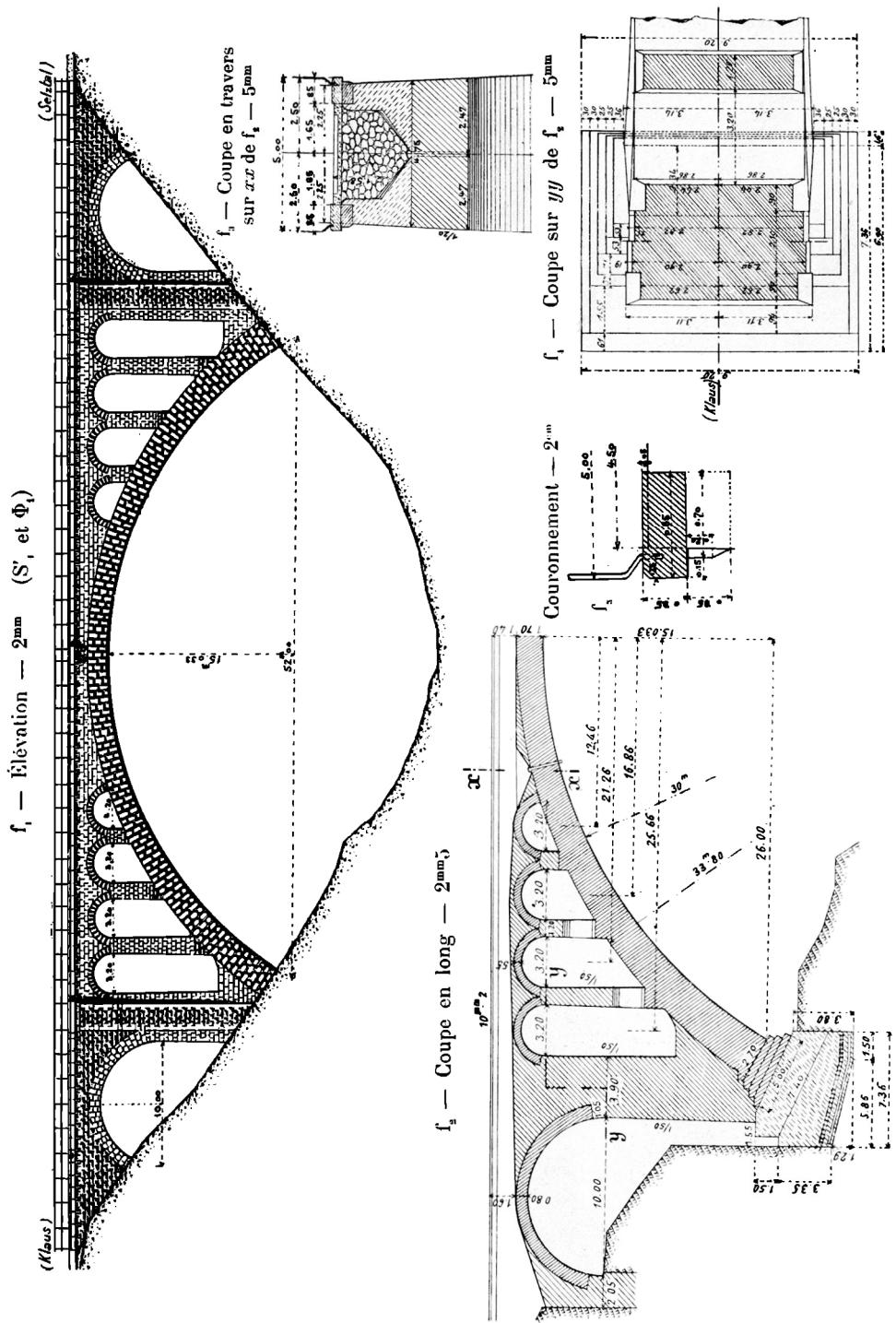


1. Voûtes d'élégissement (S"). — Leurs têtes sont en moellons calcaires ; leur douelle en béton coulé, leurs piles et leurs tympans en béton moulé.

2. Aspect (S₁). — Il y a trop de tympan au-dessus de l'extrados.

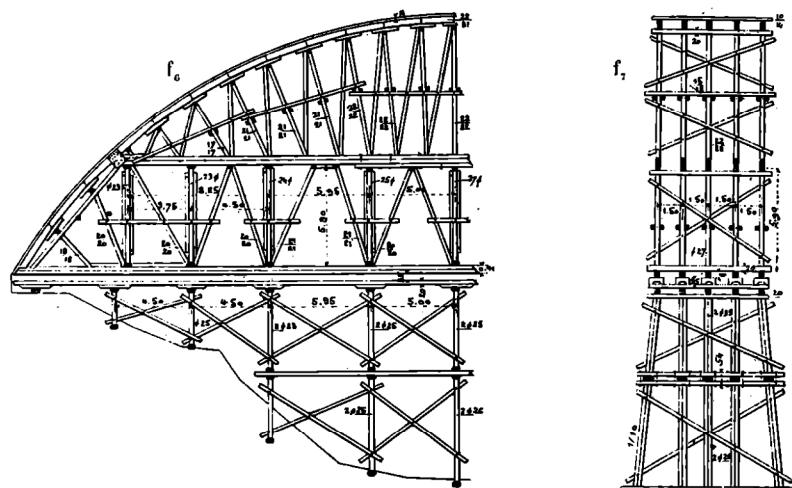
Les piles des voûtes d'élégissement sont trop épaisses (1^m20 pour des portées de 3^m20).

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



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

2^{mm} 5 (S')



4. Dates (S'').

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

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

2. — A¹ FR (> 40^m) 8 — Tome II, p. 166.

SOURCES :

S. — Dessins (S') et renseignements (S''), 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. — 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. — Ce que j'ai vu — août 1909.

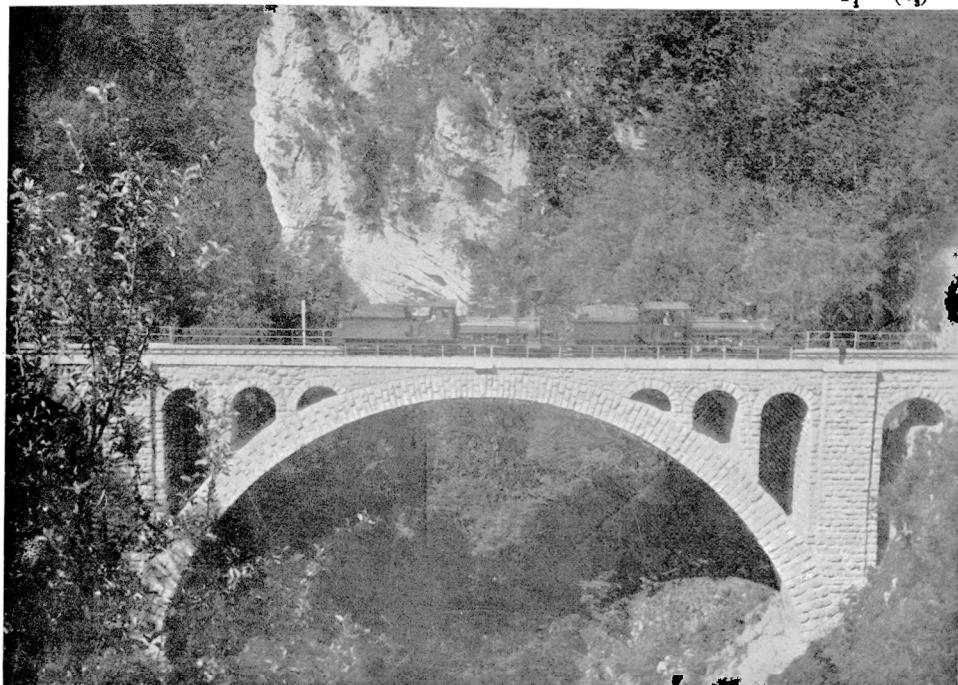
PONT SUR LE ROTHWEINBACH¹ (AUTRICHE,-Carinthie)

Ligne d'Assling à Górz (Wocheinerbahn)

1904-1905

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr (≥ 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.

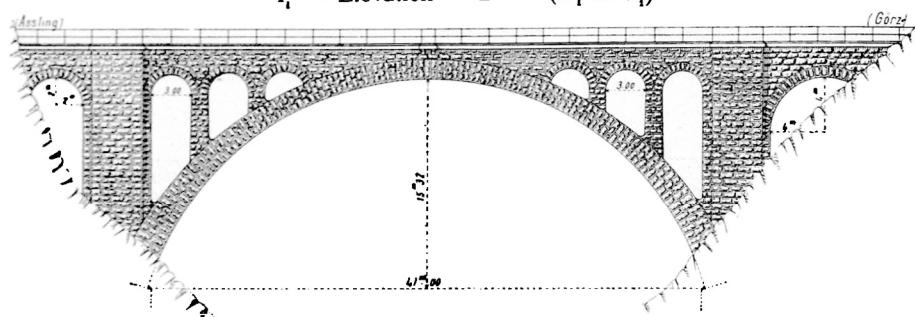
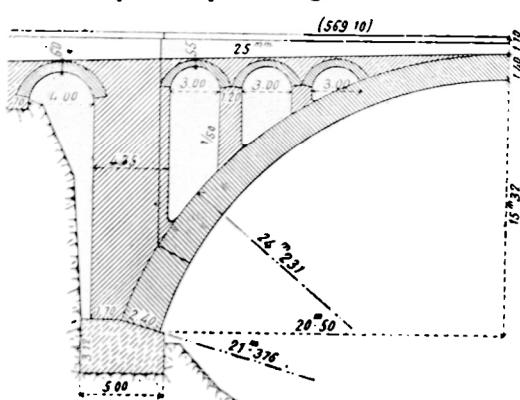
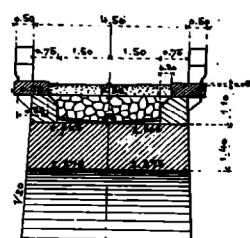
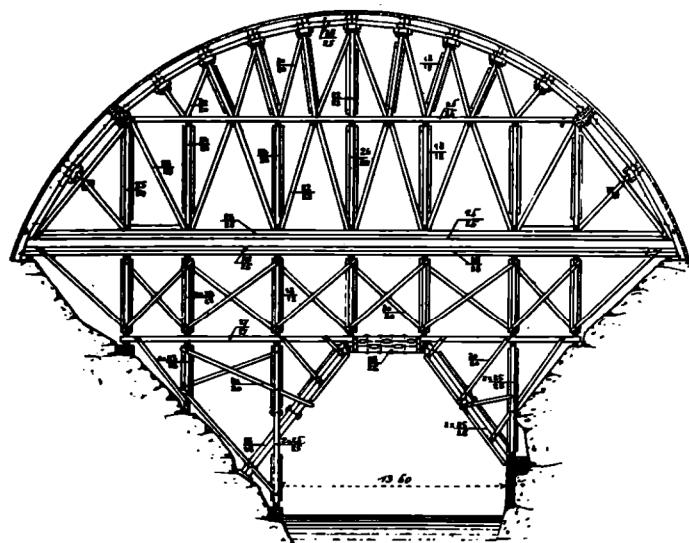
2. Cintre (S'). — Il est calculé pour toute l'épaisseur de la voûte.

On a admis comme travail limite, en $\text{kg}/\text{0m}^2$:

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.

f_i — Élévation — 2^{mm} (S_i et Φ_i)f_i — Coupe en long — 2^{mm} 5f_i — Coupe en travers
à la clef — 5^{mm}f_i — Cintre — 2^{mm} 5

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^e, de Klagenfurt.

SOURCES :

Comme au Pont sur le Schalchgraben, **A¹ Fr (> 40^m)9**, Tome II, p. 170.

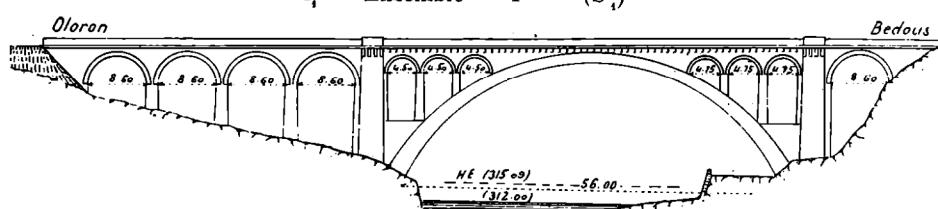
PONT SUR LE GAVE D'ASPE, A ESCOT (BASSES-PYRÉNÉES)

*Ligne d'Oloron à Bedous*¹

1907-1909

$\mathbf{\hat{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)¹¹

f_i — Ensemble — 1^{mm} (S_i)



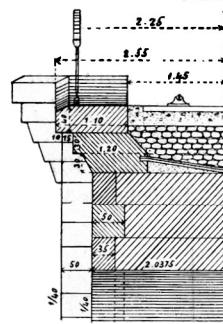
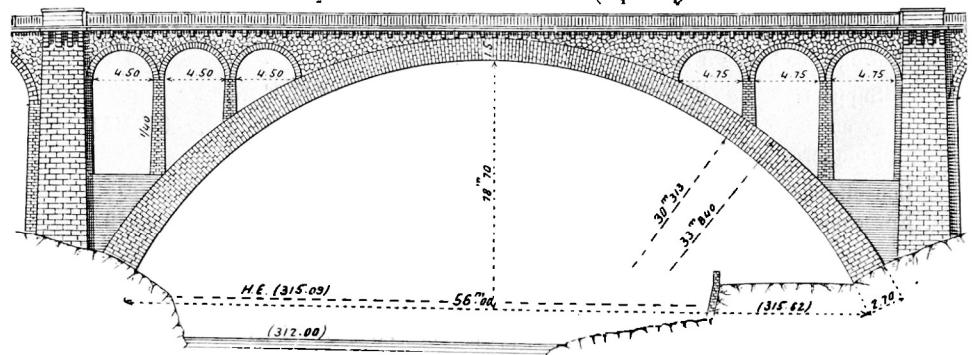
1. Pourquoi on a fait une grande arche. — Le tracé est très biais sur le Gave (53° environ). Des piles droites l'encombraient ; des piles biaises étaient fort laides.

Φ_4 (S₄)

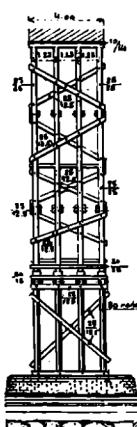
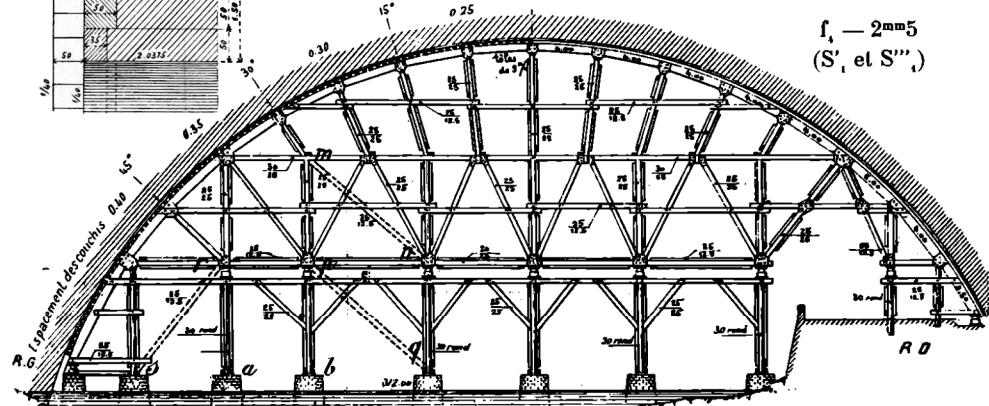


1. — à 15^{mm} d'Oloron.

f_2 — Grande voûte — 2^{mm} (S' et Φ_2)



2. Cintre. — A. - Type. — C'est celui du pont de Lavaur².



B. - Accident. — *21 juin 1908.* — Une crue emporta les piliers a et b (f_1), pendant qu'on clavait le 1^{er} rouleau : il n'en souffrit pas (S'').

On renforça le cintre par la pièce mn et on continua les clavages (S''').

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

C. - Dépenses (S'').

Bois et Fers.....	12976'66
Coffrage des bottes à sable.....	695'09
Supports { en Batardeaux..... 5590'45 maçonnerie Epuisements..... 6100' Fouilles et boisages..... 4408'51 Maconnerie { Fourniture..... 11169'51 Main-d'œuvre..... 3130'60	30403'17
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	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 { Maconnerie..... Cintre.....	838 ^m 28	44618'87
	»	48509'67
Maconnerie au-dessus de la grande voûte.....	537 ^m 43	33571'89
Piliers.....	887 ^m 45	30953'09
Viaducs d'accès.....	1088 ^m 49	50360'04
Totaux.....	3351 ^m 65	208013'56 ^{4,6}

5. Personnel.

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

Entrepreneur : M. J. G. Denis.

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

4. — Garde-corps non comprise.

5. — Réclamations de l'Entrepreneur non réglées.

SOURCES :

S₁. — Dessins d'exécution (S'₁), renseignements (S'₂) et photographies (S'₃) 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 $\widehat{A}^1 f^r$ ($\geq 40^m$)

Voir *Préliminaires*, Tome II, p. 3 et 4 :
1. — pour la définition des arcs « peu surbaissés »,
2. — Pour le sens de ce symbole.

VOÛTES INARTICULÉES

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

PONT	PROJET							
	ENSEMBLE		GRANDE VOÛTE				1 ^o ÉVIDEMENTS DES TYMPANS	2 ^o DÉCORATION DES TÊTES
Date	Longueur entre aboutis des parapets	Largeurs entre parapets	INTRADOS	ÉPAISSEURS		MATÉRIAUX	PRESSIONS	
Symbol	Déclivités	entre tympans sous la plinthe	Portée	CORPS	TÊTES	Mortier Poids, pour 1 ^{me} de sable, de chaux ou de ciment	en kg/0 ^m 01 ²	
1	2	3	Montée	Clef	Retombées	7	Hypothèse adoptée	8
			Surbaissement	Retombées	Retombées		Surcharges supposées	
sur la Gravona <i>France</i> 1884	84 ^m 11	$\begin{cases} 4^m 03 \\ \text{(voie de 1m)} \\ 4^m 30 \end{cases}$	Arc de cercle	$\begin{cases} 1^m 40 \\ 43^m 53 \end{cases}$	$\begin{cases} 1^m 20 \\ \text{Epaisseur} \\ \text{uniforme} \end{cases}$	Bandeaux : PT ¹ Douelle : PT ¹ sur 1 ^m 40 d'épaisseur	Pression maxima : Clef : 26 ^k 6 Reins : 31 ^k 8	1 ^o Pas d'évidements. Remplissage en pierres sèches rangées à la main. 2 ^o »
$\text{A}^1 \text{ f}^r (> 40^m) 1$	28 ^m	1 ^m 00	22 ^m 50			Granit à 600 ^k <i>Chaux du Teil</i> : 333 ^k		
de Ramounails <i>France</i> 1906-1908	55 ^m 45	$\begin{cases} 4^m 30 \\ \text{(voie de 1m)} \\ 4^m 22 \end{cases}$	Arc d'anse de panier à 4 centres	$\begin{cases} 1^m 20 \\ 40^m 30 \\ 12^m 90 \end{cases}$	$\begin{cases} 1^m 20 \\ 3^m 00 \end{cases}$	MEV ¹ Queue : 0 ^m 40 à 0 ^m 60	Pressions : max. moy. Clef 23 ^k 2 11 ^k 6 50 ^o 20 ^k 2 10 ^k 3 Retombées 10 ^k 2 10 ^k 2	1 ^o Voûtes transversales vues, en plein cintre: R D 3 de 3 ^m 50 sur piles de 0 ^m 70; R G 4 de 4 ^m sur piles de 0 ^m 90 2 ^o »
$\text{A}^1 \text{ f}^r (> 40^m) 2$	32 ^m	0 ^m 90	Pas de fruit <i>Rayons</i> : $\begin{cases} \frac{1}{3,124} = 0,320 \\ \text{N G} \quad \text{R D} \\ \text{Cer-} \quad \text{veau} 21^m 44 23^m 94 \\ \text{Reins} 19^m 18 17^m 21 \end{cases}$			Ciment 400 ^k <i>Méry</i> Surcharge : 3000 ^k /1 ^{me} sur toute la voûte; sur une demi-voûte.		
de Cinuskel <i>Suisse</i> 1910-1912	113 ^m 38	$\begin{cases} 4^m 00 \\ \text{(voie de 1m)} \\ 3^m 70 \end{cases}$	Arc d'anse de panier à 3 centres	$\begin{cases} 1^m 50 \\ 46^m 976 \\ 20^m 241 \end{cases}$	$\begin{cases} 1^m 50 \\ 2^m 60 \end{cases}$	MAV ¹ Ciment 350 ^k	Pressions : max. moy. avec surcharge : Clef 22 ^k 8 17 ^k 5 50 ^o 21 ^k 8 16 ^k 8 Retombées 24 ^k 5 20 ^k 4 sans surcharge : Clef 13 ^k 8 11 ^k 8 50 ^o 13 ^k 8 11 ^k 8 Retombées 13 ^k 6 11 ^k 8 <i>Arc élastique</i> <i>Méthodes</i> <i>Ritter et Mörsch</i> combinées 3 locomotives de 72 ^t longues de 13 ^m 97, et wagons de 17 ^t 8 longs de 7 ^m 80.	1 ^o 6 voûtes transversales vues, en plein cintre de 4 ^m , sur piles de 1 ^m et 1 ^m 20 2 ^o »
$\text{A}^1 \text{ f}^r (> 40^m) 3$	49 ^m	1 ^m 50	<i>Rayons</i> : $\begin{cases} \text{Cer-} \quad 20^m \\ \text{Reins} \quad 30^m \end{cases}$					

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

A VOIE ÉTROITE

SÉRIE A¹ fr (> 40^m)

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION										CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDATIONS		GRANDE VOÛTE								DÉPENSE	
Nature du sol		CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT État d'avancement du pont Temps entre le dernier clavage et le décintrement	TASSEMENTS DE LA CLEF sur centre t_c au décin- trement t' après t''	Q		
Profondeur sous l'étiage	Pressions sur le sol en kg/0 ^m 01 ²	FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses					D		
Procédé	Type Matière Appareils de décintrement	Type Matière Appareils de décintrement	Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle ²				Totaux par unité	et de surface utile S_p de volume « utile » W	
10	11	12	13	14	15	16	17	18			
<i>Granit apparent</i>	Retroussé sur 29 ^m 33	Grands arbalétriers	4	262 ^{mc}	1 ^{mc} 13	A partir de 50 ^o de la clef :	30 jours	$t_c = 0$	$Q = 3511^{mc}$ $Q : S_p = 10^{mc}35$ $Q : W = 0^{mc}59$		
"	Grands arbalétriers		23 ^{cm}	823 ^k	3 ^k 6	2 rouleaux égaux.			$D = 112651^f$ non compris la somme à valoir $D : S_p = 332^f3$ $D : W = 19^f7$ $D : Q = 32^f1$		
Pression maxima : 14 ^k	Pin	1 ^m 10	16021 ^l	69 ^l 3	non compris la somme à valoir		Septembre				
"	Coins										
<i>Micaschiste apparent</i>	Retroussé sur toute la portée	Fermes de rive : 18 ^{cm} Fermes intermédiaires : 22 ^{cm}	4	104 ^{mc}	0 ^{mc} 47	A partir de 60 ^o de la clef : 2 rouleaux.	Piles sur le dos de la grande voûte montées jusqu'aux retombées des petites.	$t_c = 21^{mm}$ $t'_v = 1^{mm}6$	$Q = 908^{mc}$ $Q : S_p = 3^{mc}73$ $Q : W = 0^{mc}19$ $Q : W' = 0^{mc}37^s$		
"	Grands arbalétriers		5040 ^k	22 ^k 7	Au 1 ^{er} rouleau, 4 tronçons 9 clavages.				$D = 82465^f$ $D : S_p = 338^f7$ $D : W = 17^f2$ $D : W' = 34^f0^s$ $D : Q = 90^f9$		
"	Sapin		10125 ^l	45 ^l 6	Au 2 ^e rouleau, 4 tronçons 5 clavages.		23 jours				
"	Boîtes à sable		30 ^{mm}				18 juillet				
<i>Rocher (Gneiss)</i>	Retroussé sur 36 ^m	Type Pont de Solis C ¹ fr (> 40 ^m) ¹ (Tome I)	4	185 ^{mc}	0 ^{mc} 53	A partir de 55 ^o de la clef : 2 rouleaux, chacun en 6 tronçons.	Voûte nue	$t_c = 62^{mm}$ $t'_v = 0$	$Q = 2650^{mc}$ $Q : S_p = 5^{mc}84$ $Q : W = 0^{mc}27$ $Q : W' = 0^{mc}36^s$		
"	Billots à base évidée		18 ^c à 20 ^c	5070 ^k	14 ^k 8				$D = 126000^f$ $D : S_p = 277^f8$ $D : W = 12^f9$ $D : W' = 17^f2^s$ $D : Q = 41^f5$		
Pressions : max. moy.		0									
avec surcharge 22 ^k 9 20 ^k											
sans surcharge 13 ^k 8 11 ^k											

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.

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER

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

A VOIE ÉTROITE

SÉRIE A¹ fr (≥ 40m)

TABLEAU SYNOPTIQUE (Suite)

EXÉCUTION									CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDATIONS	GRANDE VOÛTE								DÉPENSE D	
	CINTRE				MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT	TASSEMENTS DE LA CLEF			
	FERMES		Cube de bois	Poids de fer						
Nature du sol	Type	Nombre	Poids de fer	Dépenses						
Profondeur sous l'étage	Matière	Épaisseur								
Pressions sur le sol en kg/0 ^m 0 ¹ ²	Appareils de décintrement	Écartement d'axe en axe	Surhaussement	Totaux	par mq de douelle ²					
Procédé	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<i>Rocher (Schiste)</i>	Retroussé,	5	210 ^{mc}	0 ^{mc} 61	3 rouleaux,	Piles sur le dos de la grande voûte montées jusqu'aux retombées des petites. Tympons à 0 ^m 80 au-dessus de la clef.	$t_c = 33\text{ mm}$		$Q = 2450^{\text{mc}}$	
"	Type Pont de Solis C ¹ f ^r ($\geq 40^{\text{m}}$) ¹ (Tome I)	18 ^c à 20 ^c Fermes de rive : 1m Fermes intermédiaires : 0 ^m 95	2600 ^k	7 ^k 6	chacun en 6 tronçons.		$t'_r = 0$		$Q : S_p = 5^{\text{mc}} 53$ $Q : W = 0^{\text{mc}} 29$ $Q : W' = 0^{\text{mc}} 37$	
Pressions : Comme au Pont de Cinuskel	Billots à base évidée	100mm	21000 ^r	61' 1		11 jours	$t''_r = 0$			
$\mathbf{A}^1 f^r (\geq 40^{\text{m}})^3$						5 août				

². Pour le calcul de la surface de douelle, voir Avertissement, Tome II, p. III, n° 7 — *A.* ³. $S_p = \text{Longueur (col. 2)} \times \text{Largeur entre parapets (col. 3)}$ — 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., 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 $\widehat{\mathbf{A}}^1$ fr ($> 40^m$)

MONOGRAPHIES

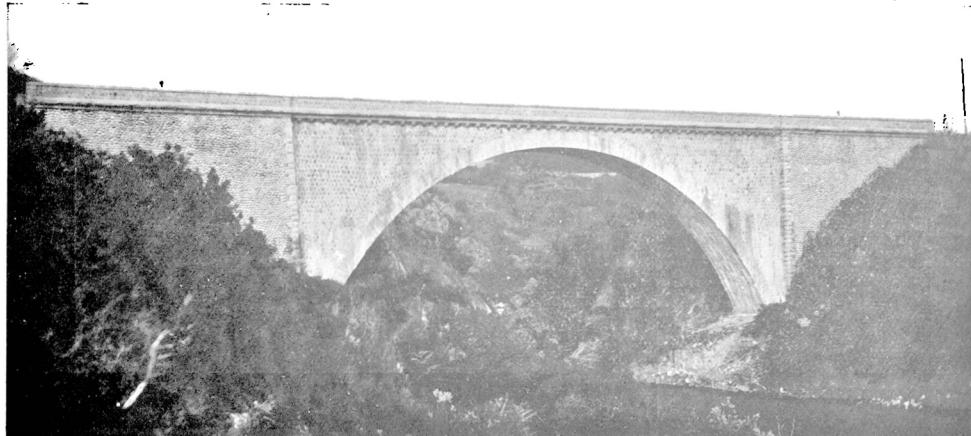
PONT SUR LA GRAVONA (CORSE)

Ligne d'Ajaccio à Corte¹

1884

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ fr ($\geq 40^m$)¹

Φ_1^2

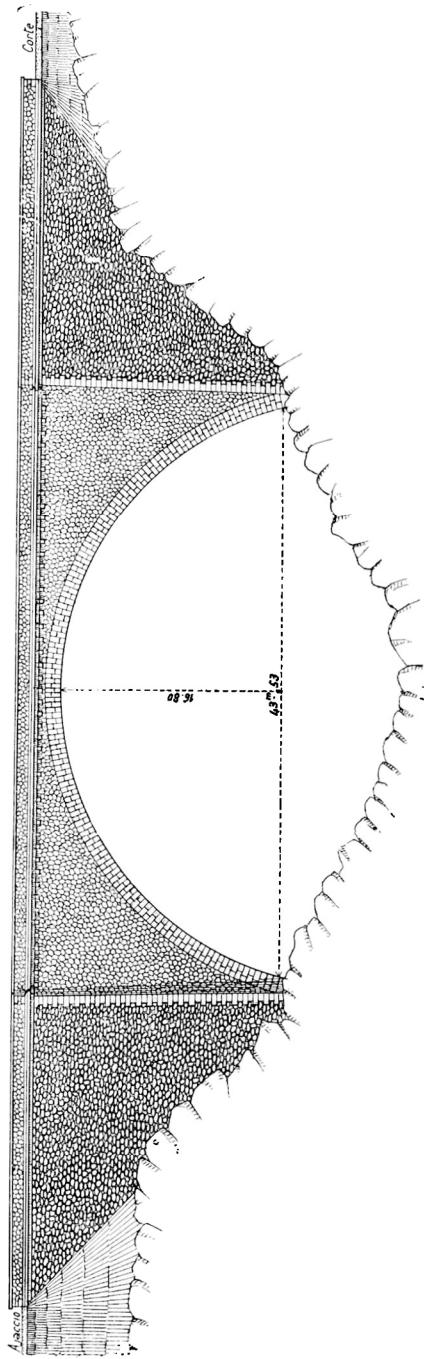
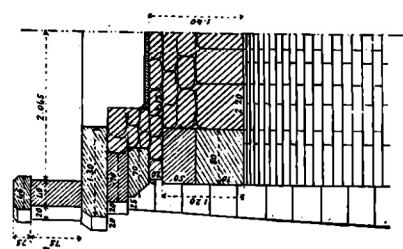
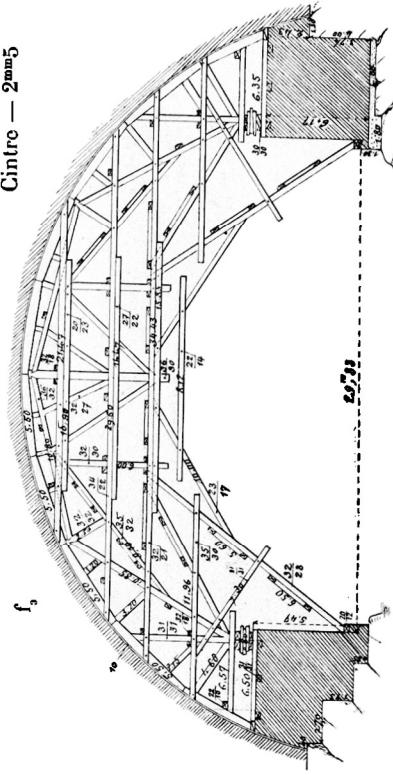
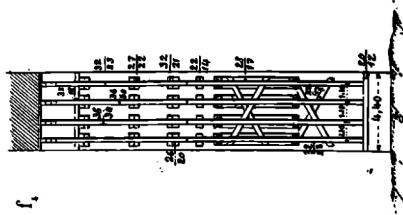


1. Pourquoi on a fait une grande voûte (S.).
1° - Parce que les crues de la Gravona montent à 9^m53 ;
2° - parce qu'on trouve, tout près, en abondance, d'excellent granit ;
3° - parce que le granit compact affleure sur les deux berges.

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

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

(S.)

f₁ — Élevation — 2^m (S₁ et Φ₁)f₂ — Demi-coupe en travers
à la clef — 1^mCintre — 2^m 5f₄

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 (S₁). — 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 décentrement 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.

S₁. — 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

$\widehat{\mathbf{A}}^1$ fr ($\geq 40^m$)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 (f₁).

2. Cintre (f₁, f₂, f₃). — Les vaux sont très hauts et très solidement assemblés.

Chaque about est tenu :

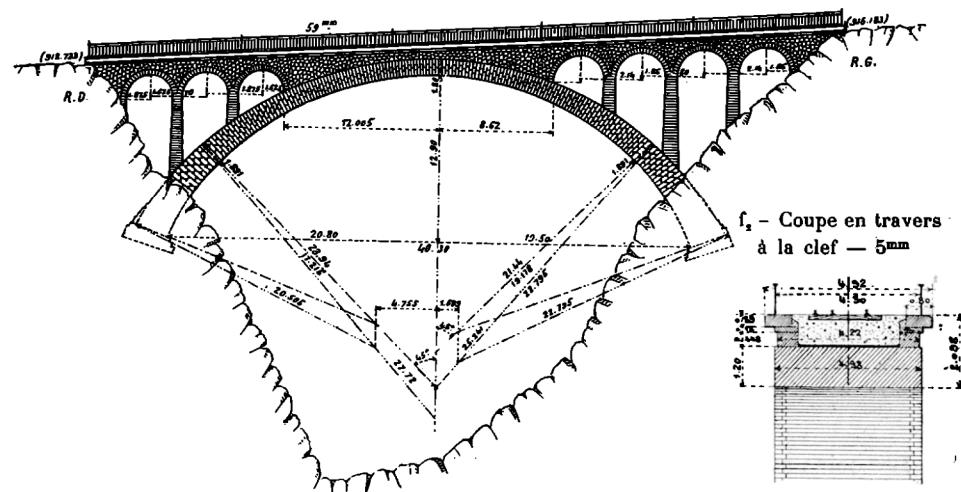
- 1^o — par un entrail horizontal allant à l'about symétrique ;
- 2^o — par un arbalétrier appuyé sur le rocher.

Les vaux reposent sur les files de boîtes à sable m (f₁) ; les arbalétriers, sur les doubles files n.

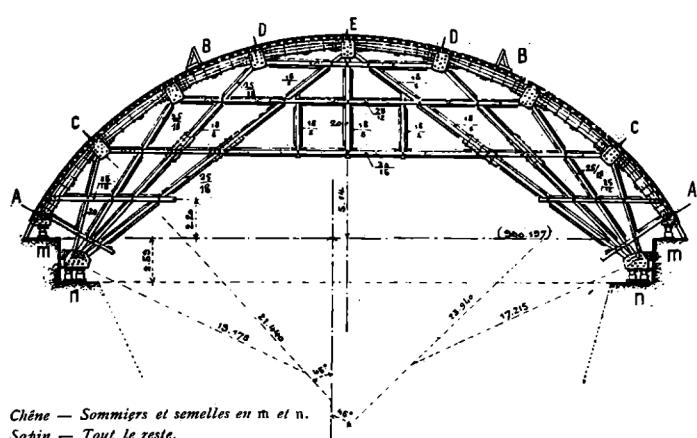
1. — Entre la halte de Thuès et la station de Fontpédrouse.

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

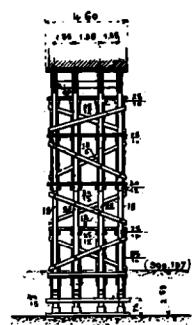
f₁ — Élévation aval — 2^{mm}



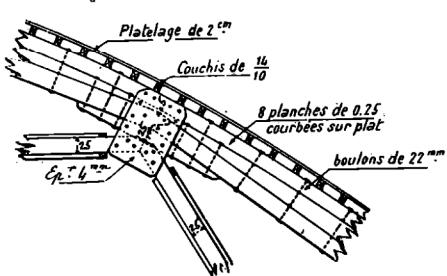
f_c = Élevation



f. — Coupe en travers

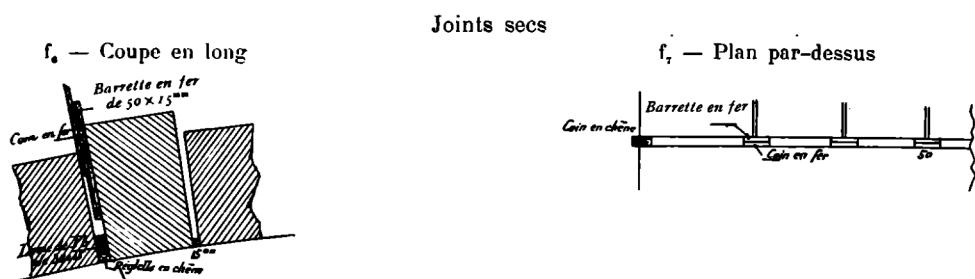


— About de 2 vaux = 1^{cm}



3. Exécution de la grande voûte (S''). — 1^{er} Rouleau. — On l'a construit en 4 tronçons partant de A et de B (f₆).

En A, C, D, E (f₆), des joints secs étaient ainsi maintenus (f₆, f₇) :



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

4. Décintrement (S''). — On abaissa d'abord les boîtes *n* sous les arbalétriers : la voûte tassa de 0^{mm}9 ; puis les boîtes *m* sous les vaux : la voûte tassa encore de 0^{mm}7. L'arc des vaux portait donc près de la moitié de la voûte.

5. Dates (S'').

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

6. Personnel (S'').

Ingénieur en chef : M. Bernis.

Ingénieur ordinaire : M. Lannusse.

Chef de section : M. de Noëll.

Entrepreneurs : MM. Jean et Marc Sanfourche.

SOURCES :

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

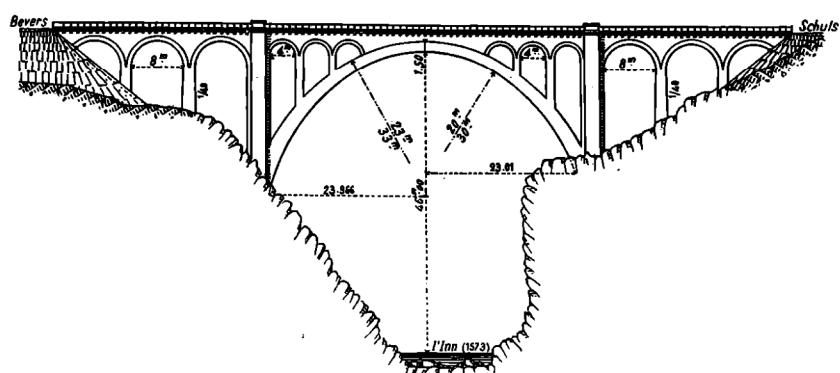
PONT SUR L'INN, A CINUSKEL¹ (SUISSE, - Engadine)

Ligne de Bevers à Schuls (Chemins de fer rhétiques)

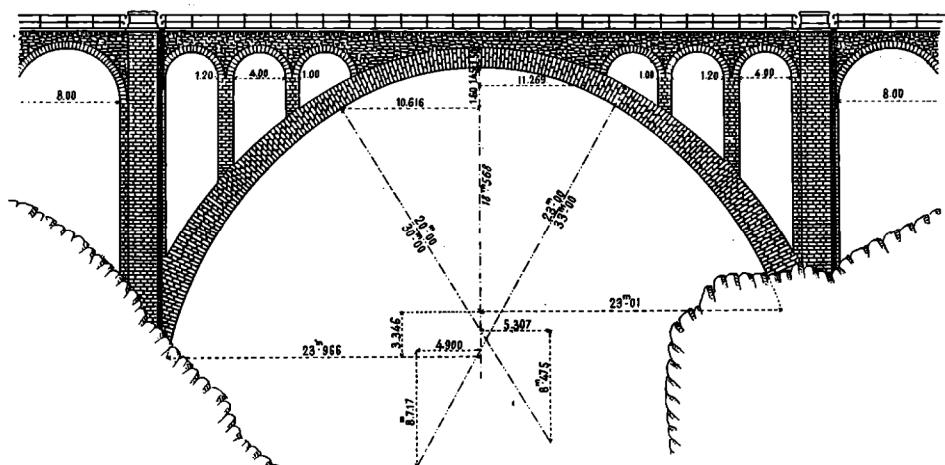
1910-1912

À¹ f^r (> 40m) 3

f. — Ensemble — 1mm



f₁ — Grande voûte — 2mm



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

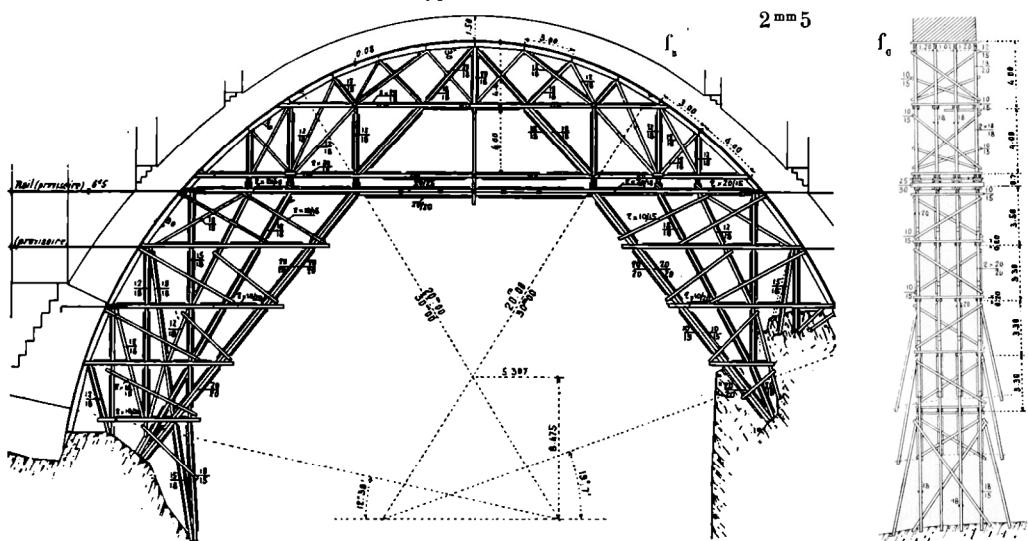
Comme au pont de Wiesen², les rayons d'intrados et d'extrados sont plus petits au cerveau qu'aux reins (f_c , f_s , f_r).

1. — Le pont est à 750^m au-delà de la station de Cinuskel-Brail.
 2. — **E_b** fr ($\geq 40^{\circ}$)¹ — Tome I.

$$\Phi_1 = (S_e)$$

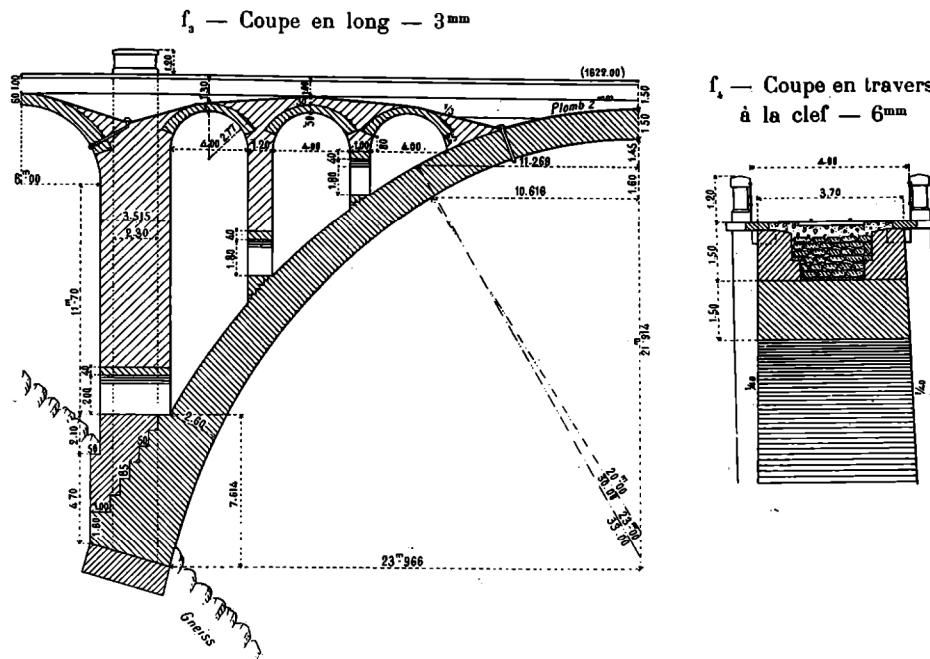


2. Cintre. — Il est du type des cintres de Solis³ et de Wiesen⁴.



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.).

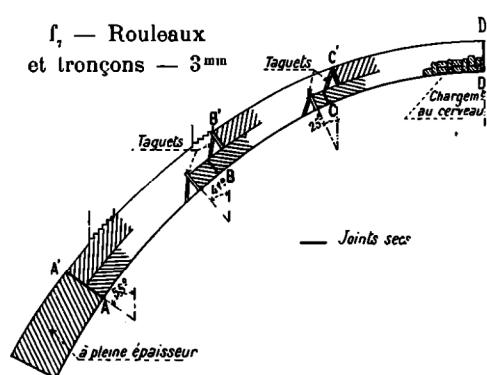
3. — **C¹** fr ($\geq 40^{\circ}$)¹ — Tome I.
 4. — **E_{II}¹** fr ($\geq 40^{\circ}$)¹ — Tome I.



3. Exécution de la grande voûte (f_1).

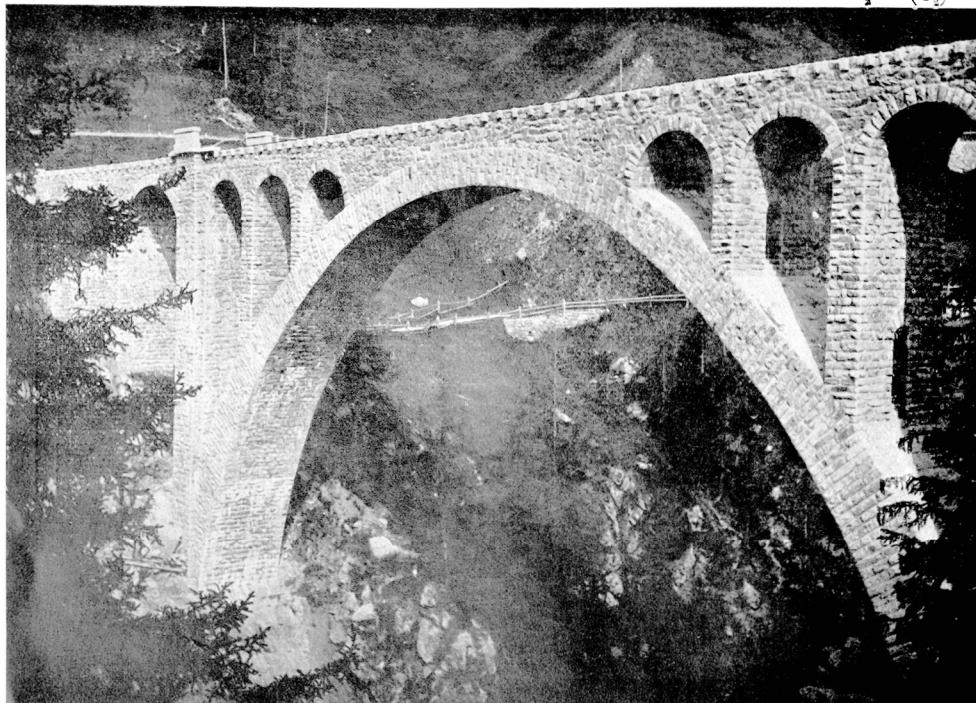
A. - 1^{er} Rouleau. — Comme à Wiesen⁵, il a été calculé, comme un arc élastique, pour porter le poids du 2^e.

On chargea le cerveau, puis on maçonna, en même temps à partir de 55°, 41°, et 25°, en ménageant des joints secs en A, B, C, D (f_1).

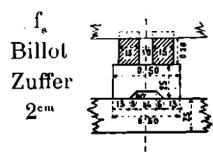


B. - 2^{er} Rouleau. — On l'attaqua à 55°, et, sur taquets, à 5 assises plus haut que B et C.

C. - Clavages. — Le 2^e rouleau maçonné, on clava successivement : le 1^{er}, en B, C, D ; puis le 2^e, en B' C' D' ; enfin la voûte entière en AA'.

Φ_2 (S_2)

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

M. Zuffer⁶.

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

5. Dates.

Commencement des travaux..... 4 avril 1910

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

6 juillet

6. Personnel.

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

6. — Décris dans la monographie du Pont sur le Palmgraben $\widehat{\mathbf{A}}^1$ Fr ($\geq 40^m$)⁸ — Tome II.

Projet définitif, Calculs, Direction des Travaux : M. Hans Studer,
Ingénieur⁷.

Entrepreneurs : MM. Muller, Zeerleder et Gobat.

Le cintre a été projeté, calculé, et construit par l'Entreprise⁸.

7. — M. Studer avait précédemment construit le très original et instructif pont de Wiesen **E¹_h** fr ($\geq 40^m$)¹ — Tome I. — Il a donné, en collaboration avec M. l'Ingénieur W. Diek, de S^t-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 **C¹** fr ($\geq 40^m$)¹ et Wiesen **E¹_h** fr ($\geq 40^m$)¹, — Tome I.

SOURCES :

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

S_r. — Ce que j'ai vu — juillet 1912.

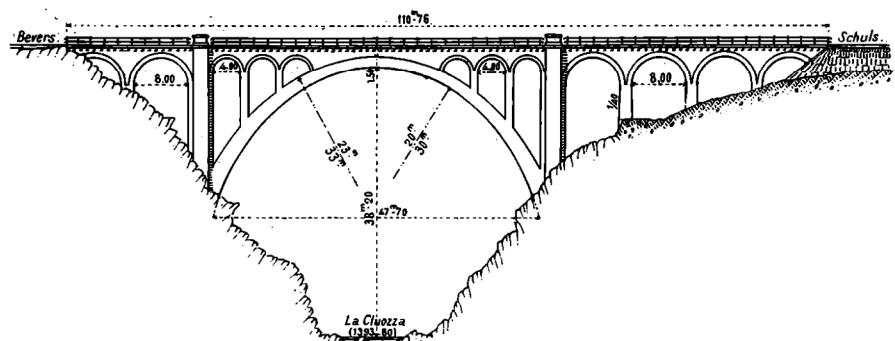
PONT DE TUOI¹ SUR LA CLUOZZA (SUISSE, - Engadine)

Ligne de Bevers à Schuls² (Chemins de fer rhétiques)

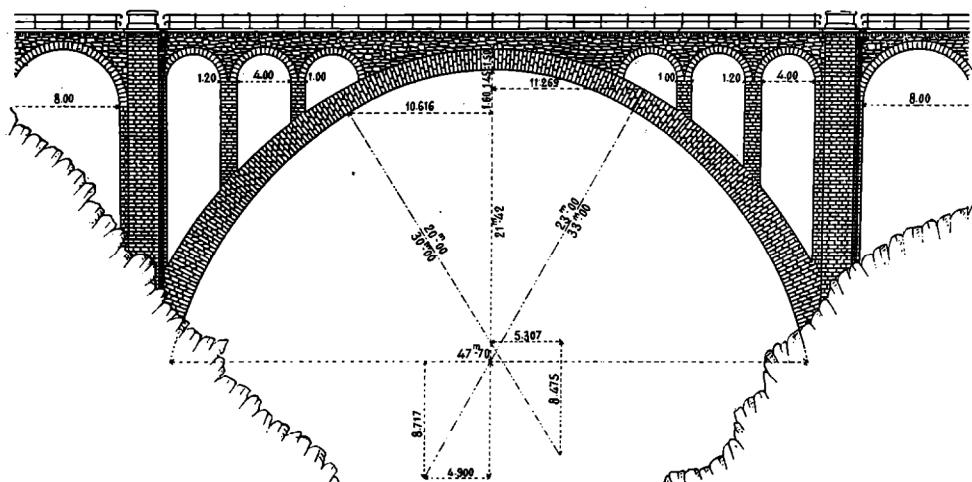
1911-1912

$\mathbb{A}^1 f^r \geq 40^m 4$

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. — $\mathbb{A}^1 f^r \geq 40^m 3$ — Tome II, — à 21^m330 en amont.

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

Φ_i (S''_i)



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

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

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

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, Zeerleider et Gobat.

SOURCES :

S₁. — Dessins d'exécution (S₁.) et renseignements (S₁.) qu'a bien voulu m'adresser M. l'Ingénieur en chef Saluz — septembre et octobre 1912.

S₂. — Renseignements gracieusement communiqués :

S₂ — par M. Studer — septembre et octobre 1912;

S₂ — par M. Zollinger — octobre 1912;

S₂ — par M. Zeerleder — novembre 1912.

S₃. — 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 $\widehat{A}^n F^r$ ($\geq 40^m$) ²

Voir Préliminaires, Tome II, p. 3 et 4 :
1. — pour la définition des « arcs peu surbaissés ».
2. — pour le sens de ce symbole.

PONTS A PLUSIEURS GRANDES ARCHES SOUS CHEMIN DE FER

¹ Pour le sens de ces abréviations, voir Avertissement, Tome II, page 11, n° 6.

A VOIE NORMALE

SÉRIE Aⁿ Fr (> 40m)

TABLEAU SYNOPTIQUE

EXÉCUTION												CUBE DE MAÇONNERIE A MORTIER	
FONDACTIONS	GRANDES VOÛTES											DÉPENSE	
	CINTRES			FERMES		Cube de bois Poids de fer Dépenses		MODE DE CONSTRUCTION	DÉCINTREMENT	TASSEMENTS DE LA CLEF sur cintre t_c au décintrement après t_v			
Nature du sol	Type	Matière	Appareils de décentrement	Nombre Épaisseur Ecartement d'axe en axe Surhaussement	Totaux	par mq de douelle ²			État d'avancement du Pont	Temps entre le dernier clavage et le décintrement	Date		
Profondeur sous l'étage					13	14	15	16		17			
Pressions sur le sol en kg/0m ²													
Procédé	10	11	12										
Piles	<i>Voûte de 48^m 768</i>												
Rocher	Retroussé sur 16 ^m			7									
Pile centrale -7 ^m 31 sous le thalweg	"			Etagé supérieur 23 ^c									
				Au-dessous 31 ^c									
	36 ^k (charge morte)					"							
Épuisements	<i>Voûte de 43^m 891</i>												
Culées	Fixe				— id —								
"	"												
Pilotis	Coins			"									

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'élevation \times Largeur entre parapets. 5. W' = Surface de l'élevation 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 \widehat{A}^n Fr ($\geq 40^m$)

MONOGRAPHIES

PONT VICTORIA

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

*Durham Junction Railway*¹

1836-1838

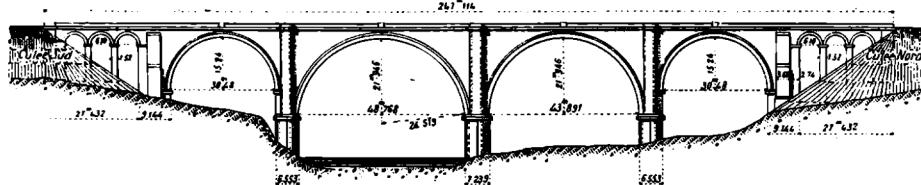
\widehat{A}^n Fr ($\geq 40^m$)

$\Phi_1 (S_2)$



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_2).

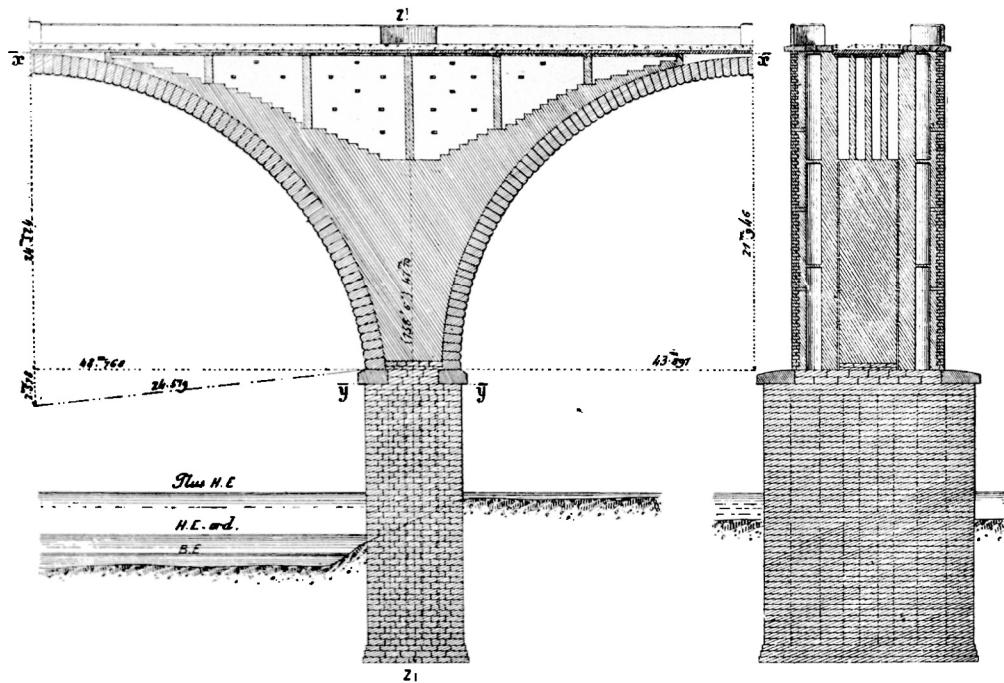
1. — Ligne de Durham à Sunderland.

f₁ — Ensemble — 0^m5 (S₁)

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) (S₁).

On y ajouta, plus tard, à chaque extrémité, trois petits pleins cintres (S₁) : 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 (S₁).

Pile entre les 2 grandes arches — 2^mf₁ — Coupe en longf₂ — Coupe en travers
sur zz de f₁

2. Durée d'exécution (S₁). — Du 17 mars 1836 au 28 juin 1838, 714 jours de travail effectif.

« L'arche de 30^m48, côté du Nord, comportant 980 tonnes de maçonnerie, fut « entièrement construite en 28 heures. »

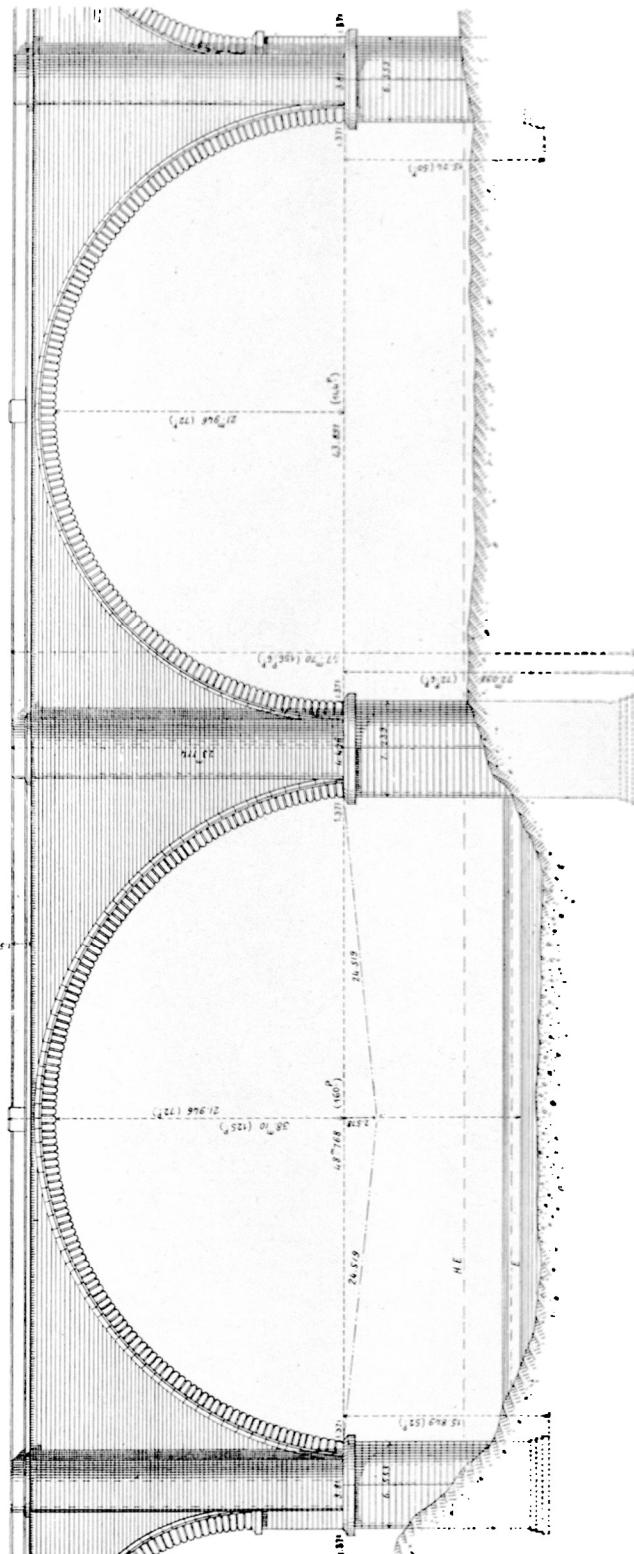
$$\mathbf{A}^n \mathbf{F}^r \geq 40^{n-1}$$

PONT VICTORIA

፳፻፭

Les deux grandes arches — 2^{mm}

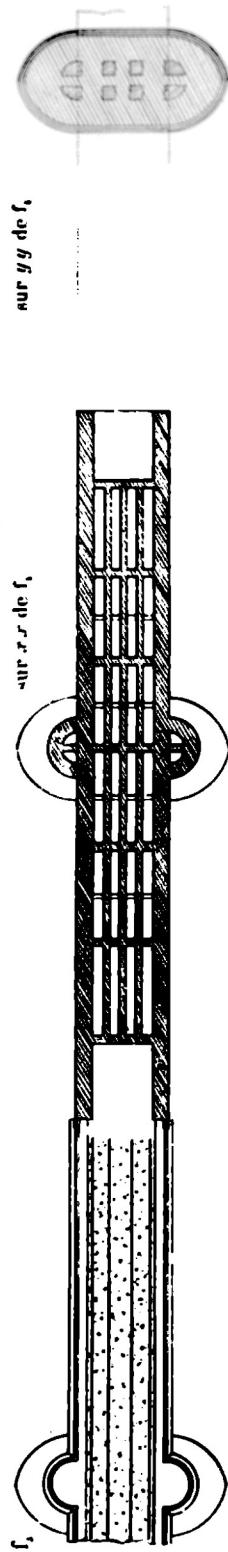
f_s — Élévation



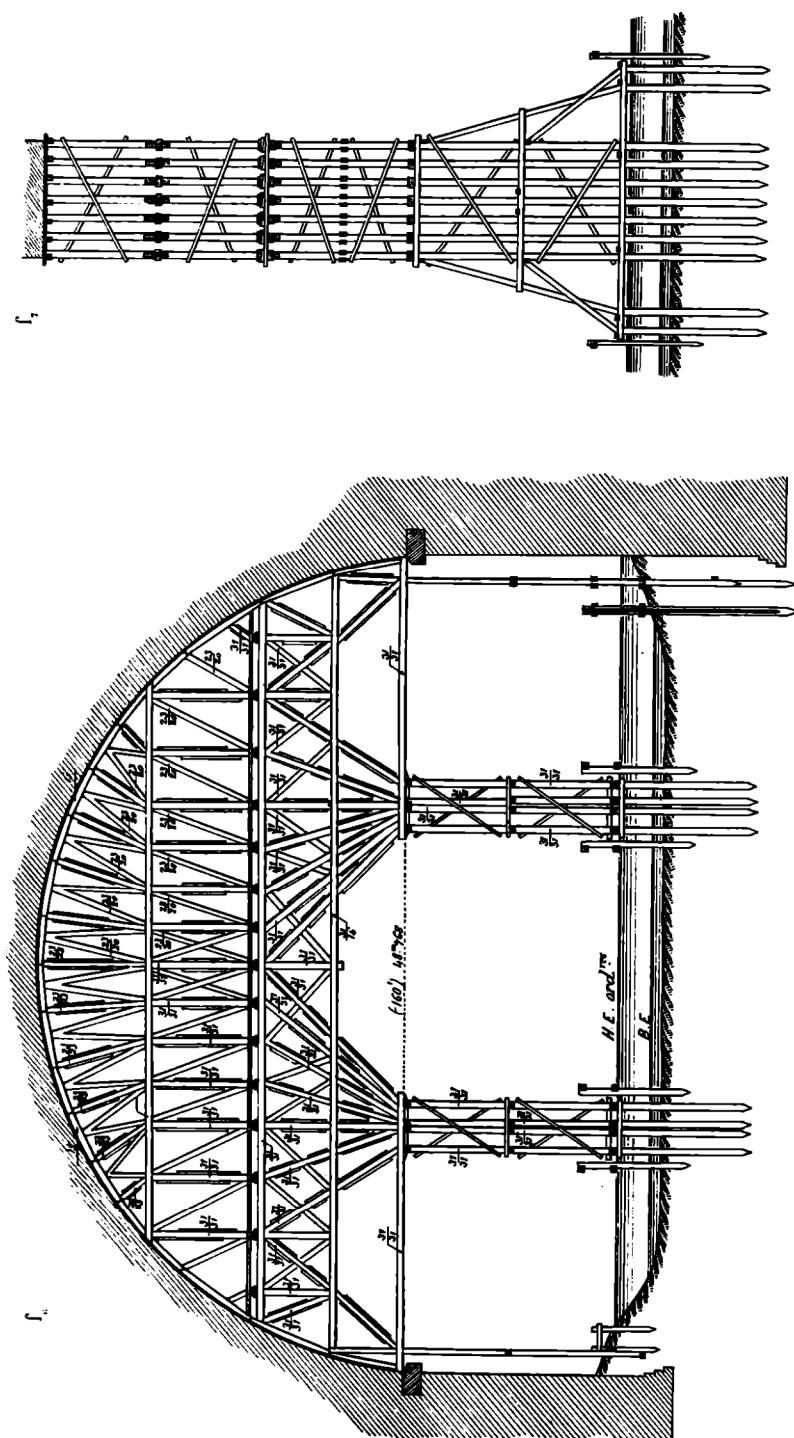
Plan supérieur

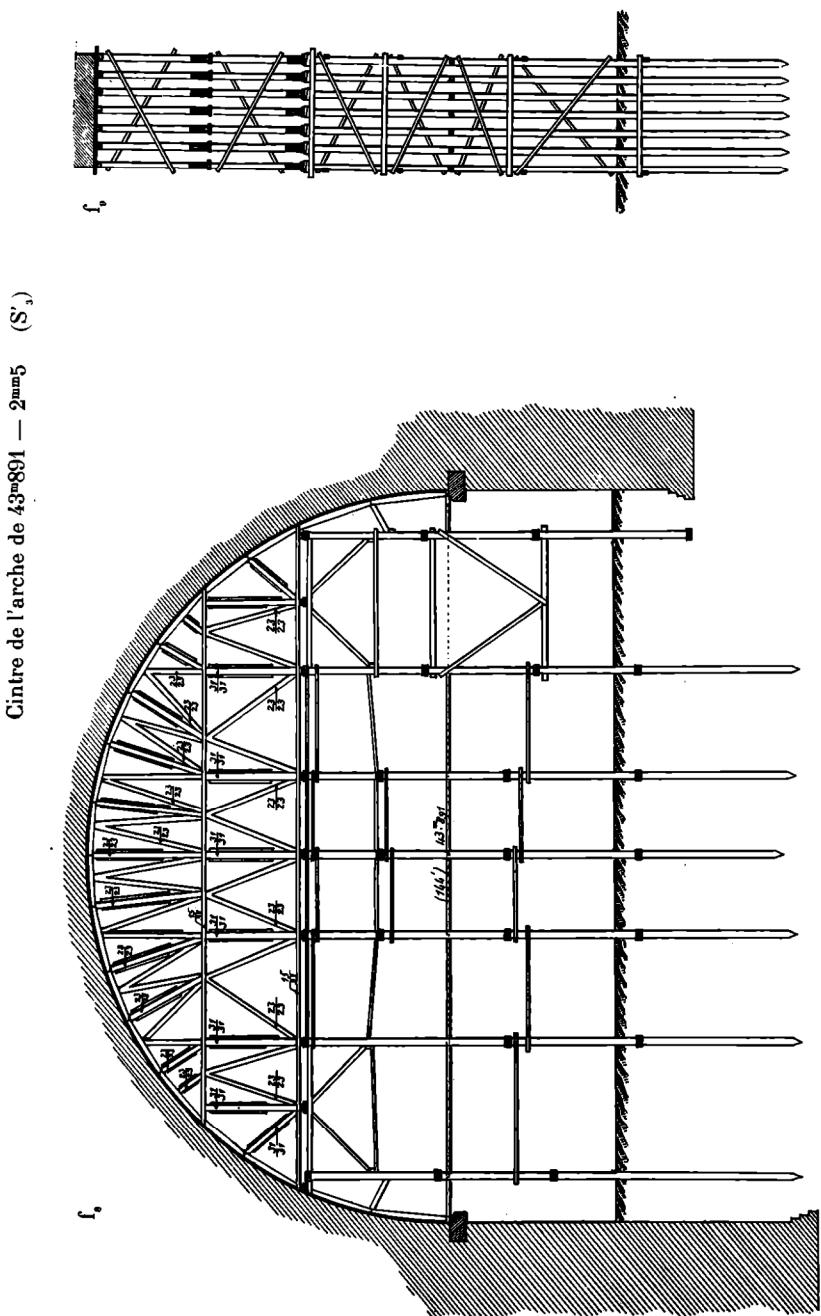
Coures horizontales

affir. *et j' de f.*



aur یعنی اس کی

Cintre de l'arche de $48^m77/8$ — 2^m55 (S')



3. Dépenses. — D'après S₁, £ 38.000, soit 958.360^f.

D'après S₁ « *with the extra works* », £ 40.000 soit 1.008.800^f.

4. Personnel (S₁).

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 :

S₁. — 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.

S₂. — 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* ».

S₃. — Dessins d'exécution (S'₃) et photographies (S''₃), gracieusement communiqués par M. Charles A. Harrisson, Ingénieur en chef du North Eastern, à Newcastle.

PONTS DÉCRITS DANS LE TOME II

INDEX ALPHABÉTIQUE

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

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

PONT	Rivière ou voie traversée	Pays	Symbole	Pages	
				Tableau synopique	Monographie
Saint-Etienne (Ste-fansbrücke).....	Ruzbach	<i>Autriche</i>	$\widehat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^7$	12	55
sur le Schalchgraben	Schalchgraben	<i>Autriche</i>	$\widehat{A}^1 F^r (\geq 40m)^9$	120	168
de Sidi-Rached , à Constantine, (<i>cité plus haut, sous la lettre C</i>).....	Rhumel	<i>Algérie</i>	$\widehat{A}^1 \widehat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^4$	64	107
de Tournon	Doux	<i>France</i>	$\widehat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^3$	10	35
de Tuoi	Cluozza	<i>Suisse</i>	$\widehat{A}^1 F^r (\geq 40m)^4$	180	194
Victoria	Wear	<i>Angleterre</i>	$\widehat{A}^n F^r (\geq 40m)^1$	198	201
de Vieille-Brioude (Ancien Pont).....	Allier	<i>France</i>	$\widehat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^1$	10	15
de Wäldlitobel	Ravin de Klösterle	<i>Autriche</i>	$\widehat{A}^1 F^r (\geq 40m)^6$	120	157
de Walnut Lane , à Philadelphie, (<i>cité plus haut, sous la lettre P</i>).....	Wissahickon Creek	<i>États-Unis</i>	$\widehat{A}^1 \widehat{A}^1 r^{10} (\geq 40m)^2$	62	83

TABLE DES MATIÈRES DU TOME II

	Pages
AVERTISSEMENT	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 SURBAISSE À

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\widehat{\mathbf{A}}^1$ 1^{re} ($\geq 40^m$)

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

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSE À (Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE A¹ R^{te} ($\geq 40^m$) (Suite)

MONOGRAPHIES :

	Pages.
A¹ r^{te} ($\geq 40^m$)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) (Écroulé en 1822).....	15
<i>TEXTE.</i> — 1. Dates d'exécution (p. 15). — 2. Péage au profit des Ducs d'Orléans (p. 16). — 3. Dessins et dimensions. — 4. Epaisseur 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).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation amont. — f ₂ . Élévation aval (p. 18). — f ₃ . Coupe en travers à la clef (p. 17). — f ₄ . Pont exhaussé et « restauré » (1806 à 1822). Élévation aval (p. 21).	
A¹ r^{te} ($\geq 40^m$)2. — Pont sur l'Eygues, à Nyons (FRANCE, — Drôme) (commencé après 1351; peut-être fini en 1407).....	25
<i>TEXTE.</i> — 1. Principales dispositions (p. 25). — 2. Histoire. — A. 5 février 1361. — <i>Prix fait avec Thibault de Noyx.</i> — B. En 1398, on n'avait encore fait que les culées (p. 26). — C. 4 mars 1398. <i>Prix fait pour la continuation du pont avec Guillaume de Puis.</i> — D. 25 février 1399. <i>Mandement de l'évêque de Die.</i> — E. <i>Acte du 8 septembre 1399.</i> — F. 5 février 1400. — G. 15 février 1407 (p. 27). — H. 1410. <i>Testament de Beatrix du Puy, dame de Brucis.</i> — I. <i>Ressources pour l'exécution du pont.</i> — J. « <i>Tour</i> » sur le sommet de la voûte. — K. <i>Résumé.</i> — SOURCES (p. 28).	
<i>DESSIN.</i> — f ₁ . Élévation amont (p. 25).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ ₁ . amont (p. 26).	
A¹ r^{te} ($\geq 40^m$)3. — Pont sur le Doux, près de Tournon (FRANCE, — Ardèche) (après 1351 - avant 1583).....	35
<i>TEXTE.</i> — 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. <i>Résumé</i> (p. 38). — 3. Réparations. — SOURCES (p. 39).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation amont. — f ₂ . Coupe en long (p. 36).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ ₁ . amont (p. 35).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ À

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{te} ($\geq 40^m$) (Suite)

	Pages.
$\widehat{\mathbf{A}}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁴ . — Vieux Pont sur le Drac, à Claix (FRANCE, - Isère) (1608-1611)	42
<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).	
<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).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , amont (p. 43).	
$\widehat{\mathbf{A}}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁵ . — Pont sur l'Astico, à Crespano (ITALIE, - Vénétie) (1832-1836)	46
<i>TEXTE.</i> — 1. Premier pont, écroulé en 1830. — 2. Pont actuel. Intrados (p. 46). — 3. Matériaux de la grande voûte. — 4. Tympons 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).	
<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).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , aval (p. 46).	
$\widehat{\mathbf{A}}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁶ . — Pont de Nydeck , sur l'Aar, à Berne (SUISSE) (1840-1844)	51
<i>TEXTE.</i> — 1. Dispositions à signaler (p. 51). — 2. Cintre. — 3. Exécution. — <i>A. Foundations de la pile-culée rive droite</i> (p. 53). — <i>B. Grande voûte.</i> — 4. Dates. — 5. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 54).	
<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).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , amont (p. 51).	
$\widehat{\mathbf{A}}^1$ r ^{te} ($\geq 40^m$) ⁷ . — Pont Saint-Étienne (<i>Stefansbrücke</i>), sur la Ruzbach, (AUTRICHE, - Tyrol) (1842-1846)	55
<i>TEXTE.</i> — 1. Dispositions à signaler (p. 55). — 2. Date. Personnel. — <i>SOURCES</i> (p. 57).	
<i>DESSINS.</i> — f ₁ . Élévation. — f ₂ . Coupe en long. — f ₃ . Coupe en travers aux reins — f ₄ . Cintre (p. 56).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ_1 , (p. 55).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ À

(Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{le} ($\geq 40^m$)

Pages.

TABLEAU SYNOPTIQUE	60
MONOGRAPHIES :	

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{le} ($\geq 40^m$) 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^{re} Ciment artificiel Vicat n° 1; 2^{re} 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. Tracail. — 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^{re} 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^{re} voûte, voûte amont (5 mai 1902) (p. 78). — C. Bandes de plomb dans les joints. — 18. Décintrement (p. 80). — 19. Dépenses. — 20. Mouvements dûs aux changements de température (p. 81). — 21. Dates. — 22. Personnel (p. 82).

DESSINS. — 1^o HORS-TEXTE. — Pl₁ (p. 68^{1er}). — f₄. Élévation aval. — f₅. Plan par-dessus.

Pl₂ (p. 68^{IV}). — f₆. Coupe en long sur l'axe du pont aval. — Coupes en travers des grandes voûtes : f₇, à la clef, — f₈, aux naissances. — Culées extrêmes : f₉. Coupe en travers, — f₁₀. Coupe horizontale. — Retombée des grandes voûtes : f₁₁. Élévation, — f₁₂. Profil du sommier, — f₁₃. Profil de l'architrave. — f₁₄. Archivolte des grandes voûtes. — Appui d'une pile sur la grande voûte : f₁₅. Élévation, — f₁₆. Coupe en long.

Pl₃ (p. 68^V). — Détails. — Couronnement. — Cartouches. — Clefs. — Pilastres. — f₁₇. Cerveau de la grande voûte. — Cerveau des voûtes de 21^m60 : f₁₈. Élévation, — f₁₉. Saillie des clefs et contre-clefs, — f₂₀. Corniche. — Pilastres : f₂₁. Élévation, — f₂₂. Profil des corbeaux, — f₂₃. Profil des bossages. — f₂₄. Archivolte des voûtes d'évidement. — Chapiteaux des piles du viaduc d'évidement : f₂₅. Élévation, — f₂₆. Coupe horizontale, — f₂₇, f₂₈. Profils. — f₂₉. Balustre.

Pl₄ (p. 72^{bis}). — Cintre. — f₃₀. Demi-férme de rive et demi-férme intermédiaire. — Contreventement du chevalement par des traverses et des câbles martingales : f₃₁. Plan, — f₃₂, f₃₃. Attache des câbles sur les traverses.

Pl₅ (p. 72^{1er}). — Cintre (Suite). — f₃₄. Coupe en travers à la clef. — f₃₅. Contreventement. — Assemblages : f₃₆. Vaux ; — f₃₇, f₃₈. Sommet de la clef pendante. Élévation et vue de côté. — Attache des câbles : Nœud de l'entrée : f₃₉. Élévation, — f₄₀. Vue de côté, — f₄₁. Culots, — f₄₂. Brides ; — Nœud de 2 arbalétriers : f₄₃. Élévation, — f₄₄, f₄₅. Vues de côté.

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ À

(Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE A¹ A¹ r^{le} (≥ 40^m) (Suite)

A¹ A¹ r^{le} (≥ 40^m)¹. — Pont Adolphe, à Luxembourg (Suite).

Pages

DESSINS (Suite).

2^e DANS LE TEXTE. — f₁₉. Profil en long de la chaussée. — f₂₀. Comment sont définis l'intrados et l'extrados (p. 68). — Transport du centre de la 1^{re} voûte sous la 2^e : f₄₈. Pied de l'arbalétrier inférieur, soulevé (p. 74), — f₄₉. Dispositif de glissement. Coupe en travers sur l'axe d'une pile du centre. — Disposition du vérin : 1^{re} avant la 1^{re} manœuvre : f₅₀. Coupe en travers, — f₅₁. Plan ; — 2^e à la fin de la 1^{re} manœuvre : f₅₂. Coupe en travers ; — 3^e avant la 2^{re} manœuvre : f₅₃. Coupe en travers (p. 75), — f₅₄. Câble guidant le centre à la clef (p. 76). — Culée rive droite de la voûte amont — 5 mai 1902 (avant l'accident) : f₅₅. Élévation, — f₅₆. Coupe en long (p. 78). — f₅₇. Coins pour le décintrement de la 2^e voûte (amont). — f₅₈. Appareil Lannusse pour mesurer les allongements et raccourcissements (p. 80). — f₅₉. Mouvements dûs aux variations de température. Coupe en long sur l'axe (p. 81).

PHOTOGRAPHIES. — 1^o HORS-TEXTE (p. 68^{bis}) — Φ₂. Grandes voûtes — Aval-juin 1904.

2^o DANS LE TEXTE. — Φ₁. Ensemble — Aval — juin 1904 (p. 67). — Centre et Pont de service — mai 1901 : Φ₃. Ensemble (p. 71), — Φ₄. Vue de côté (p. 72), — Φ₅. Cerveau (p. 73). — Exécution des grandes voûtes. — 1^{re} voûte (voûte aval) — 1^{er} rouleau : Φ₆. Culée ville, aval — 3 juin 1901 (p. 76) ; — Vues dans l'axe de la voûte : Φ₇. 3 juin 1901, — Φ₈. 14 juin 1901 (p. 77). — 2^e voûte (voûte amont) — Culée rive droite — 24 mai 1902. Réparation après l'accident du 5 mai : Φ₉, amont, — Φ₁₀, aval (p. 79).

A¹ A¹ r^{le} (≥ 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. Tympons élégis. — 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. Centre 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 centre 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. — f₁. Ensemble. — Coupes en travers : f₂, à la clef des grandes voûtes, — f₃, à la clef des voûtes d'accès (p. 83). — f₄. Grande arche (p. 84). — f₅. Tympons. Coupe en travers. — Tablier en béton armé : f₆, f₇. Coupes en travers, — f₈. Coupe en long. — f₉. Appui des plus hautes piles sur les grandes voûtes. Coupe en long (p. 85). — Joints de dilatation : f₁₀. Coupe en long, — f₁₁. Coupe horizontale (p. 86). — Centre des grandes voûtes : f₁₂. Élévation, — f₁₃. Coupe en travers (p. 88), — f₁₄. Assemblage des voûtes (p. 89). — Construction des grandes voûtes. Tranches et clavages : f₁₅. Coupe en long, — f₁₆. Coupe en travers (p. 90). — f₁₇. Mouvements des clefs dus aux variations de température (p. 93).

PHOTOGRAPHIES. — Φ₁. Cerveau des grandes voûtes (p. 86). — Φ₂. Exécution par tranches d'une grande voûte (p. 91).

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSÉ À (Suite)

PONTS EN DEUX ANNEAUX A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS ROUTE

SÉRIE $\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{te} ($\geq 40^m$) (Suite)

Pages.

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{te} ($\geq 40^m$) 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. Fermes (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. — f₁. Ensemble. — f₂, f₃. Coupes en travers à la clef, aux reins des grandes voûtes, à la clef des voûtes d'accès (p. 95). — Grande voûte : f₄. Élévation (p. 96), — f₅. Coupe en long, — f₆. Coupe horizontale (p. 97). — Tablier en béton armé : f₇. Coupes en travers à la clef des grandes voûtes, des voûtes d'élégissement ; — f₈, f₉. Coupes en long au-dessus d'un anneau et au-dessus du vide entre les anneaux (p. 98). — f₁₀. Efforts maxima et minima à l'intrados et à l'extrados (p. 99). — Cintre en acier, à 3 articulations : f₁₁. Élévation d'une 1/2 ferme, — f₁₂. Coupe en travers ; — f₁₃. Vaux, couchis, entretoises. Coupe en long, — f₁₄, f₁₅. About des vaux. Élévation et plan, — f₁₆. Assemblages, — f₁₇, f₁₈. Coins à vis sous les fermes. Élévations ; — Coupe des membrures des fermes : f₁₉. Semelle supérieure, — f₂₀. Semelle inférieure, — f₂₁. Barres de treillis (p. 101); — f₂₂, f₂₃. Appui des fermes. Élévations (p. 102). — f₂₄. Construction des grandes voûtes. Ordre d'exécution des tranches et des clavages. Coupe en long (p. 103). — f₂₅. Mouvements de la clef de l'anneau Sud, après clavage (p. 105).

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

$\widehat{\mathbf{A}}^1 \widehat{\mathbf{A}}^1$ r^{te} ($\geq 40^m$) 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. — f₁. Ensemble, amont. — f₂. Grande arche, amont (p. 108). — f₃. Coupe en long. — f₄. Demi-coupes en travers à la clef, aux reins des grandes voûtes. — f₅. Couronnement (p. 109). — Cintre : f₆. Élévation, — f₇. Coupe en travers (p. 110). — Exécution des grandes voûtes : f₈. 1^{er} rouleau. Coffrages ; taquets ; joints secs ; ordre des clavages ; — f₉. 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 À

(Suite)

PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE
SÉRIE \widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$)

	Pages
TABLEAU SYNOPTIQUE.....	116
MONOGRAPHIES :	
\widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 1. — Pont sur le ruisseau de la Rœder, près de Klein-wolmsdorf (ALLEMAGNE, — Saxe) (1844-1845).....	125
TEXTE. — 1. Ce qu'on observait en 1908 (p. 125). — 2. SOURCES (p. 127).	
DESSINS. — f_1 . Élévation (p. 125). — f_2 . Bandeaux (p. 126).	
PHOTOGRAPHIES. — Φ_1 . Ensemble. — Φ_2 . Bandeaux (p. 126).	
\widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 2. — Pont de Berdoulet, sur l'Ariège (FRANCE, — Ariège) (1860-1861)	128
TEXTE. — 1. Exécution de la voûte (p. 128). — 2. Personnel. — SOURCES (p. 129).	
DESSINS. — f_1 . Élévation. — Cintre : f_1 . Élévation, — f_2 . Coupe en travers (p. 128).	
PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 (p. 129).	
\widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 3. — Pont du Castelet, sur l'Ariège (FRANCE, — Ariège) (1882-1883)	130
TEXTE. — 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 ^{er} rouleau. — C. Tassement, à la clef, du cintre. — 5. Décentrement. — 6. Personnel (p. 134).	
DESSINS. — 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.	
PHOTOGRAPHIE. — HORS-TEXTE (p. 132 bis). Φ_1 — aval.	
\widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 4. — Pont sur l'Agoût, à Lavaur (FRANCE, — Tarn) (1882-1884)	135
TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte (p. 135). — 2. Archivolte (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 ^{er} rouleau (p. 141). — D. 3 ^{er} rouleau. — E. Tassements, à la clef, du cintre (p. 142). — 5. Décentrement. — 6. Mouvements au passage des trains (p. 143). — A. Emplacement des appareils. — B. Mouvements observés. — 7. Personnel (p. 144).	
DESSINS. — 1 ^o HORS-TEXTE. — Pl. (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 archivolte. 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'archivolte : 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 À*(Suite)***PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE****SÉRIE A¹ Fr (> 40m) (Suite)**

Pages.

A¹ Fr (> 40m)4. — Pont de Lavaur (Suite).**DESSINS (Suite).**

Exécution de la grande voûte : f₁₉. 1^{er} rouleau en cours. Coupe en long ; - Coffrages aux naissances : f₂₀. Vue par-dessus, - f₂₁. Élévation, - f₂₂. Coupe en long (p. 139) ; - f₂₃. Coffrage à 44°. Vue par-dessus ; - Taquets à 14° et 29° : f₂₄. Vue par-dessus, - f₂₅. Coupe en long (p. 140). — f₂₆. Voûte achevée. Coupe en long (p. 142). — f₂₇. Mouvements au passage des trains. Emplacement des appareils (p. 144).

PHOTOGRAPHIES. — 1^o HORS-TEXTE (p. 136^{bis}). — Φ₂ - amont.

2^o DANS LE TEXTE. — Φ₁ - amont (p. 135). — Φ₃. Cintre (p. 138). — Φ₄. Construction de la voûte. 1^{er} rouleau (p. 140). — Φ₅. État du Pont au décintrement (p. 143).

A¹ Fr (> 40m)5. — Pont Antoinette, sur l'Agoût (FRANCE, - Tarn) (1883-1884).....

145

TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte. — 2. Archivolte (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^o HORS-TEXTE. — Pl₁ (p. 144^{bis}). — f₁. Élévation aval. — f₂. Coupe en long, côté rive droite. — f₃, f₄. Coupes en travers : à la clef, aux retombées. — Culée rive gauche : f₅. Coupe en long, - f₆. Coupe en travers, - f₇. Coupe horizontale. — f₈. Couronnement. Élévation. — f₉. Voûtes d'évidement. Coupe en long. — Cintre : f₁₀. Élévation, - f₁₁. Coupe en travers.

2^o DANS LE TEXTE. — f₉. Couronnement et archivolte. Coupe en travers à la clef. — f₁₀, f₁₁. Profils de l'archivolte : à la clef, aux retombées. — f₁₂, f₁₃. Appareil des têtes : à la clef, aux reins. — f₁₄. Appui des piles sur le dos de la grande voûte. Coupe en long (p. 145). — Exécution de la grande voûte : f₁₅. 1^{er} rouleau en cours. Coupe en long (p. 146). — f₁₆. Voûte achevée. Coupe en long (p. 148). — f₁₇. Mouvements au passage des trains. Emplacement des appareils (p. 149).

PHOTOGRAPHIES. — 1^o HORS TEXTE (p. 148^{bis}). — Φ₁ - aval.

2^o DANS LE TEXTE. — Φ₂. Construction de la voûte. 1^{er} rouleau (p. 147).

A¹ Fr (> 40m)3, 4, 5. — Pont du Castelet, de Lavaur, 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 À*(Suite)***PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE****SÉRIE A¹ F^r (> 40^m) (Suite)**

	Pages
A¹ F^r (> 40^m) 6. — Pont de Waldlitobel, 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).	
A¹ F^r (> 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. — <i>A. Division en rouleaux et tronçons.</i> — <i>B. 1^{er} rouleau.</i> — <i>C. 2^{er} rouleau.</i> — 5. Mouvements dûs 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).	
A¹ F^r (> 40^m) 8. — Pont sur le Palmgraben (Haute-AUTRICHE) (1904-1905)...	164
<i>TEXTE.</i> — 1. Chape Leiss-Zusser (p. 164). — 2. Cintre. — 3. Appareil de décintrement de M. l'Ingénieur en chef Zusser. — 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 Zusser : f ₈ . Élévation, — f ₉ . Coupe en travers (p. 166).	
<i>PHOTOGRAPHIE.</i> — Φ ₁ (p. 164).	
A¹ F^r (> 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).	
A¹ F^r (> 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 \widehat{A}

(Suite)

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

	Pages.
\widehat{A}^1 Fr ($\geq 40^m$) 1. — Pont sur le Gave d'Aspe, à Escot (FRANCE, — Basses-Pyrénées (1907-1909)).....	174
TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande arche (p. 174). — 2. Cintre. — A. Type. — B. Accident (p. 175). — C. Dépenses. — 3. Dates d'exécution de la grande voûte. — 4. Quantités et Dépenses. — 5. Personnel. — SOURCES (p. 176). DESSINS. — f ₁ . Ensemble (p. 174). — f ₂ . Grande voûte. — f ₃ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : f ₄ . Élévation, — f ₅ . Coupe en travers (p. 175). PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 (p. 174).	
PONTS A UNE SEULE GRANDE ARCHE SOUS CHEMIN DE FER A VOIE ÉTROITE	
SÉRIE \widehat{A}^1 fr ($\geq 40^m$)	
TABLEAU SYNOPTIQUE.....	178
MONOGRAPHIES :	
\widehat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) 1. — Pont sur la Gravona (FRANCE, — Corse) (1884).....	183
TEXTE. — 1. Pourquoi on a fait une grande voûte (p. 183). — 2. Murs en retour. — 3. Cintre. — 4. Voûte. — 5. Dépense. — 6. Personnel. — SOURCES (p. 185). DESSINS. — f ₁ . Élévation. — f ₂ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : f ₃ . Élévation, — f ₄ . Coupe en travers (p. 184). PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 (p. 183).	
\widehat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) 2. — Pont sur le ravin de Ramounails (FRANCE, — Pyrénées-Orientales (1906-1908)).....	186
TEXTE. — 1. Ce qu'on a fait en vue de la rampe de 59 ^m . — 2. Cintre (p. 186). — 3. Exécution de la grande voûte. — 4. Décentrement. — 5. Dates. — 6. Personnel. — SOURCES (p. 188). DESSINS. — f ₁ . Élévation aval. — f ₂ . Coupe en travers à la clef. — Cintre : f ₃ . Élévation, — f ₄ . Coupe en travers, — f ₅ . About de 2 vaux (p. 187). — Exécution de la grande voûte. Joints secs : f ₆ . Coupe en long, — f ₇ . Plan par-dessus (p. 188). PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 (p. 186).	
\widehat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) 3. — Pont sur l'Inn, à Cinuskel (SUISSE, — Engadine) (1910-1912).....	189
TEXTE. — 1. Forme de la voûte (p. 189). — 2. Cintre (p. 190). — 3. Exécution de la grande voûte. — A. 1 ^{er} rouleau. — B. 2 ^e rouleau. — C. Clavages (p. 191). — 4. Décentrement. — 5. Dates. — 6. Personnel (p. 192). — SOURCES (p. 193). DESSINS. — f ₁ . Ensemble. — f ₂ . Grande voûte (p. 189). — f ₃ . Coupe en long. — f ₄ . Coupe en travers à la clef (p. 191). — Cintre : f ₅ . Élévation, — f ₆ . Coupe en travers (p. 190). — f ₇ . Division de la voûte en rouleaux et tronçons (p. 191). — f ₈ . Billot Zuffer (p. 192). PHOTOGRAPHIES. — Φ_1 (p. 190). — Φ_2 (p. 192).	
\widehat{A}^1 fr ($\geq 40^m$) 4. — Pont de Tuoi, sur la Cluozza (SUISSE, — Engadine) (1911-1912).....	194
TEXTE. — 1. Dimensions (p. 194). — 2. Cintre. — 3. Dates. — 4. Personnel (p. 195). — SOURCES (p. 196). DESSINS. — f ₁ . Ensemble. — f ₂ . Grande voûte (p. 194). PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 . Cintre (p. 195).	

VOÛTES INARTICULÉES EN ARC PEU SURBAISSE À*(Suite)***PONTS A PLUSIEURS GRANDES ARCHES
SOUS CHEMIN DE FER A VOIE NORMALE****SÉRIE \widehat{A}^n Fr ($\geq 40^m$)**

	Pages
TABLEAU SYNOPTIQUE.....	198
MONOGRAPHIES :	
\widehat{A}^n Fr ($\geq 40^m$)¹. — Pont Victoria, sur la Wear, près de Law-Lambton (ANGLETERRE, — Durham (1836-1838)).....	201
TEXT. — 1. Dispositions d'ensemble (p. 201). — 2. Durée d'exécution (p. 202). — 3. Dépenses. — 4. Personnel. — SOURCES (p. 206).	
DESSINS. — 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).	
PHOTOGRAPHIE. — Φ_1 (p. 201).	
<hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/>	
PONTS DÉCRITS DANS LE TOME II. — Index alphabétique.....	207
<hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/>	
TABLE DES MATIÈRES.....	210

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