



Das lange 19. Jahrhundert (1780–1914)
Teil II: 1850–1914

Stefan M. Holzer, ETH Zürich

Die Baustatik wird anwendungsreif
(1808 – 1848)

Moderne statistische Analyse
Deutschland

Moderne statistische Analyse
Frankreich

Johann Albert Eytelwein
Handbuch der Statik
1808 (rechnerische Statik)

Pierre Varignon
Nouvelle Mécanique ou Statique
1725 (graphische Statik)

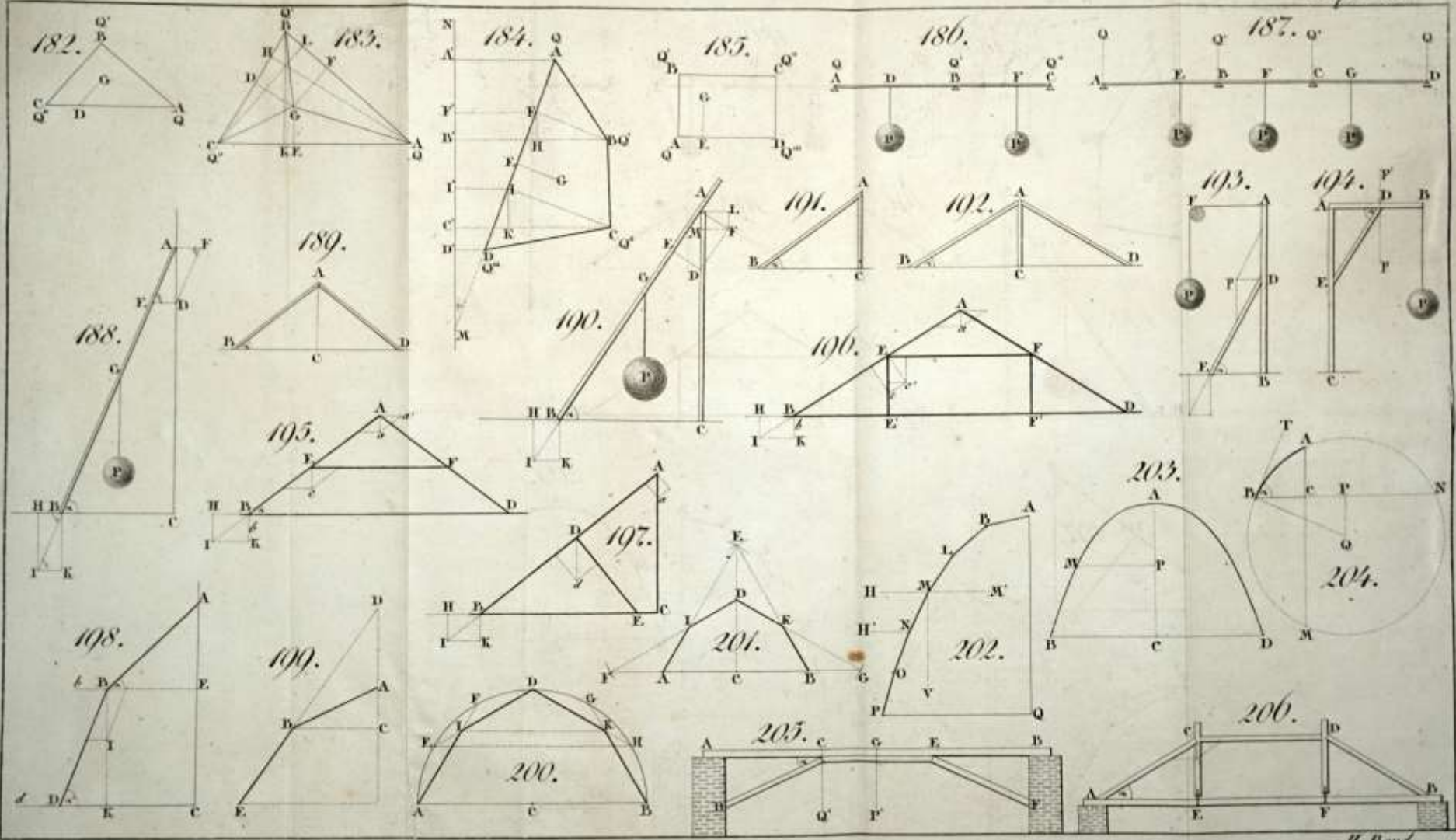
C.H.A. Kayser
Handbuch der Statik
1836

Claude Louis Marie Henri Navier
*Résumé des leçons sur l'application
de la mécanique*
1826, 1833 (rechnerische Statik)

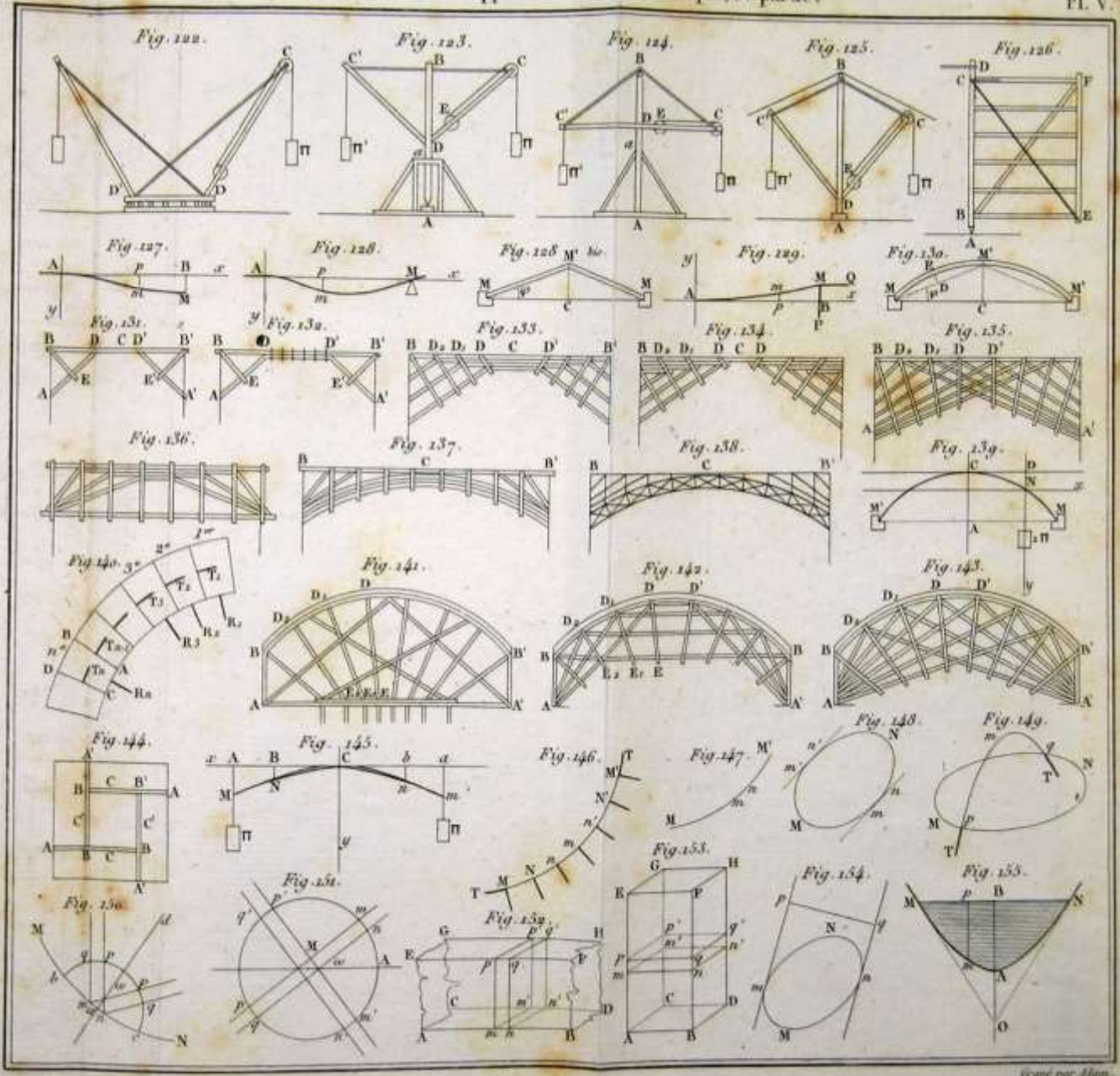
Julius Weisbach
*Lehrbuch der Ingenieur- und
Maschinen-Mechanik*
1846

Paul Ardant
*Études théoriques et expérimentales sur
l'établissement des charpentes a grande portée*
1840

Pierre Félix Michon
Stabilité des constructions
1848



Statik: Bauakademie Berlin
(Johann Albert Eytelwein, *Handbuch der Statik*, 1808)



écrit par Navier.

Lehrbuch
der
**Ingenieur- und Maschinen-
Mechanik.**

Ohne Anwendung des höhern Calculs
für den
Unterricht an technischen Lehranstalten
sowie zum
Gebrauche für Techniker
bearbeitet

von
Julius Weisbach,
Professor an der Königlich Sächsischen Bergakademie zu Freiberg.

In zwei Theilen.

Zweiter Theil.
Praktische Mechanik.

Mit gegen 1000 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn
1846.

Staatsarchiv Bern
Ausgeschloden

Stabilité des Constructions.

INSTRUCTION

SUR LA RESISTANCE DES MATERIAUX

Suivie d'applications aux pièces droites
et aux fermes de charpente des bâtimens

PAR
Le Capitaine du Génie,

MICHON

Professeur à l'École d'Application
de l'ARTILLERIE et du GENIE.

Janvier 1848.

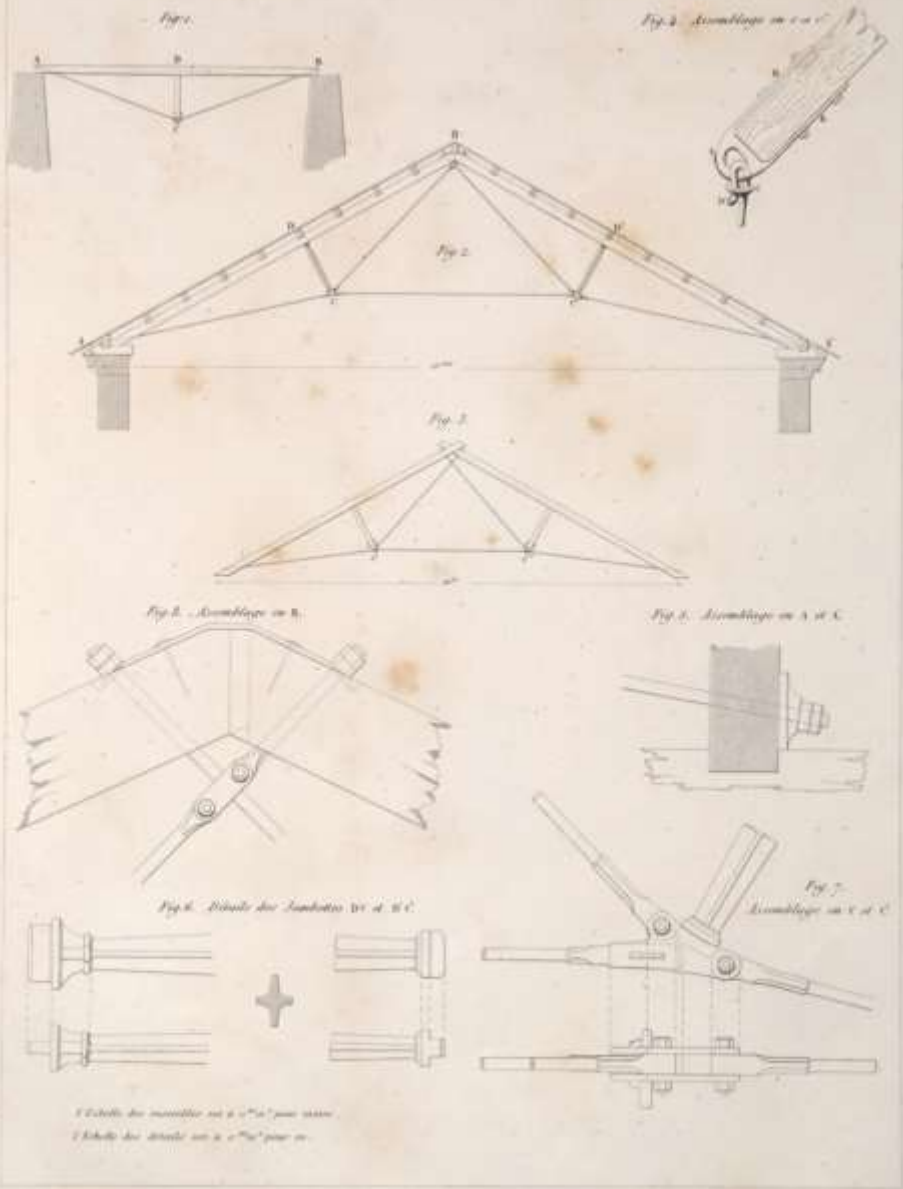
Lithogr. de l'École d'Application de l'Artill. et du Génie

Statik und Bemessung
(Julius Weisbach, 1846, Freiberg/Sachsen; Pierre-Felix Michon, 1848, Militärakademie Metz)

1840

Das Polonceau-Dach

Optimiertes Tragwerk – Material und Beanspruchung

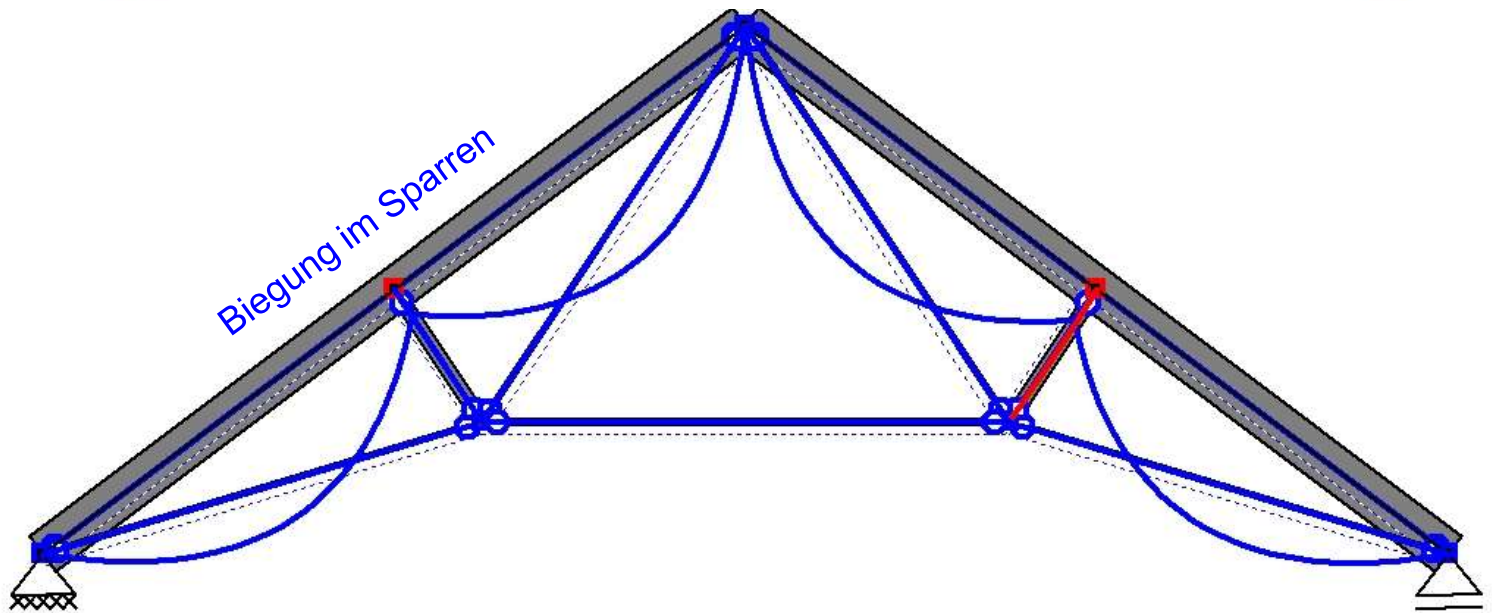
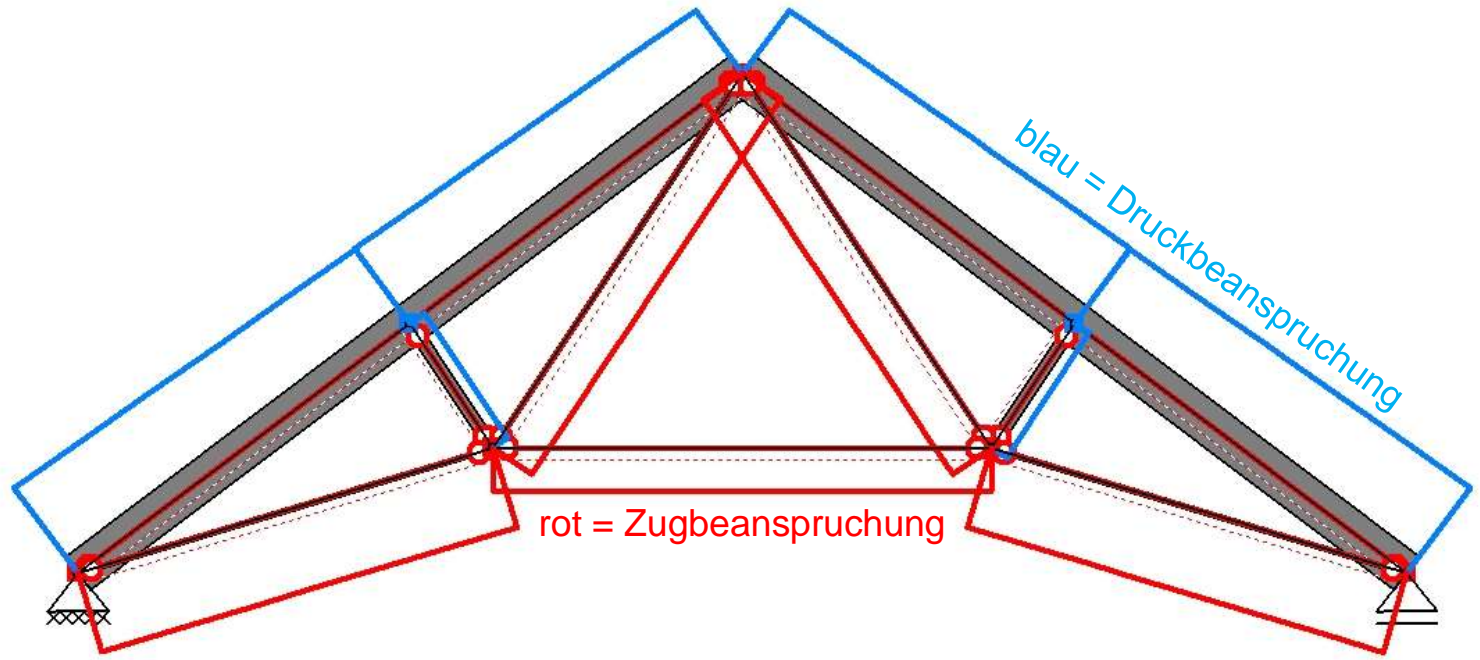


CHARPENTE EN BOIS ET EN FER.

Das „System Polonceau“, Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
Dächer der linksufrigen Paris-Versailles-Bahn (C. Polonceau in *Revue Générale de l'Architecture*, 1840)



Das „System Polonceau“, Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
(hier späteres Beispiel, Exerzierhalle Dresden, 1879))



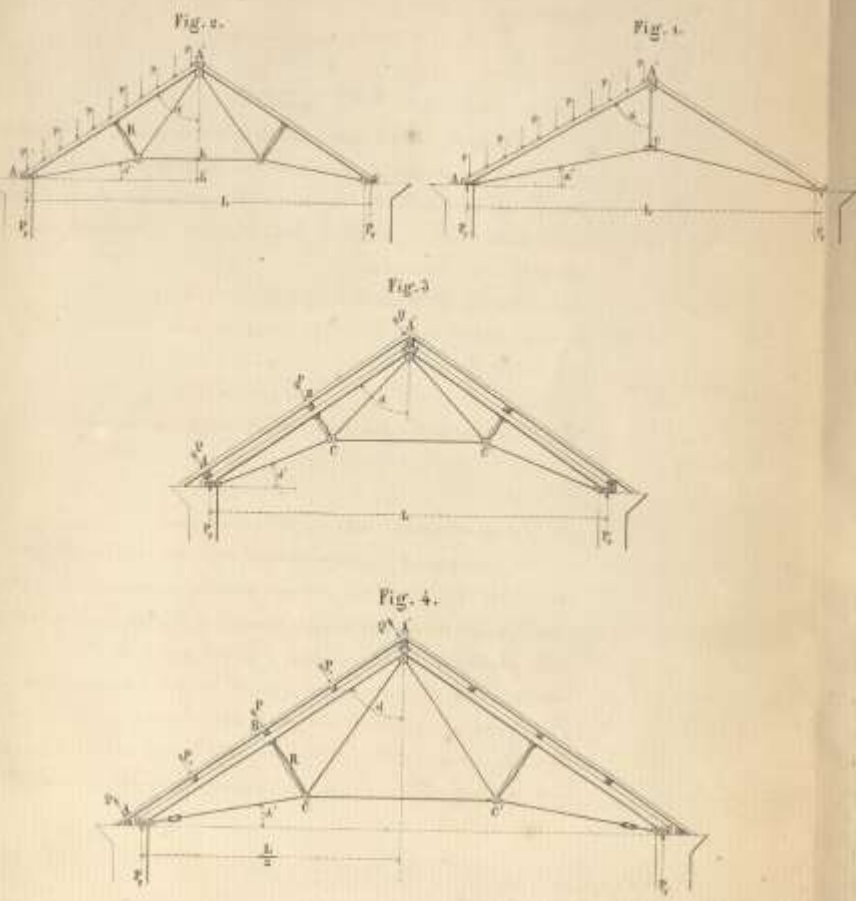
Das „System Polonceau“
Beanspruchungen in den einzelnen Elementen

Sparren, biegebeansprucht => Holz

Strebe, druckbeansprucht
=> Gusseisen

Unterspannung, zugbeansprucht => Schmiedeeisen

Das „System Polonceau“, Camille Polonceau und Rudolf Wiegmann, 1840
(hier späteres Beispiel, Exerzierhalle Dresden, 1879))



L'angle de l'arbalétrier et du tirant sera de $90^\circ - (\alpha + \alpha')$
 et on aura :

$$X = \frac{L}{2 \sin \alpha}$$

$$P_{\frac{1}{2}} = pX = \frac{pL}{2 \sin \alpha}$$

D'un autre côté le système étant en équilibre, le point
 d'arc-boutement des deux arbalétriers est un point fixe et
 tous les effets agissant sur l'un d'eux, doivent se faire équi-
 libres autour de ce point, on aura donc en désignant par T
 la tension du tirant,

$$T X \cos (\alpha + \alpha') = P_{\frac{1}{2}} \frac{L}{2} - pX \frac{L}{2}$$

et en mettant pour $P_{\frac{1}{2}}$ et pX leurs valeurs,

$$T = \frac{pL}{4 \cos (\alpha + \alpha')}$$

Si on avait $\alpha' = 0$ ou le tirant horizontal, il viendrait

$$T = \frac{pL}{4 \cos \alpha}$$

Tension du tirant

Tension T_1 de CA'

$$T_1 = t'_0 + t_1 = T_0 \frac{\sin \alpha'}{\sin (2\alpha + 2\alpha')} + \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos (\alpha + \alpha')}$$

Tension T_2 de CA.

$$T_2 = t'_0 + t_2 = T_0 \frac{\sin (2\alpha + \alpha')}{\sin (2\alpha + 2\alpha')} + \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos (\alpha + \alpha')}$$

Pour $\alpha' = 0$ les tensions se simplifient et l'on a :

$$T_0 = \frac{pL}{4 \cos \alpha}$$

$$T_1 = \frac{5}{32} \frac{pL}{\cos \alpha}$$

$$T_2 = \frac{13}{32} \frac{pL}{\cos \alpha}$$

Équarrissage des tirants

D'après la remarque du N° 3, les tirants ne supportant
 pas de surcharges, on déterminera leur équarrissage par
 la formule $P = \frac{T}{\Omega}$ (T représentant la tension qu'ils sup-
 portent).

Compression d'équarris-
 sage de l'arbalétrier.

7. En se reportant à la table 2, N° 9, on voit que la bec-
 cône dangereuse de l'arbalétrier suppose d'une seule pièce
 et en B. Or, la compression en ce point est :

$$C = T_2 \sin (\alpha + \alpha') + \frac{P_2 \cos \alpha}{2}$$

$$C = T_2 \sin (\alpha + \alpha') + \frac{pL}{4} \cot \alpha$$

Systematische Bemessung eines Polonceau-Dachwerkes
 (Pierre-Félix Michon 1848)



Prinzip „*fully stressed design*“ – jedes Element ist so bemessen, dass es die erwartete Beanspruchung (incl. Sicherheitsfaktor) aufnehmen kann – statisch optimiertes Tragwerk

Zweimal 1850
und die Folgen



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève
(Henri Labrouste, 1801–75)

Sichtbare Eisenkonstruktion im innerstädtischen Raum



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)



Rimini, Tempio Malatestiano
(L. B. Alberti um 1450)



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)

Fig. 1. Querschnitt

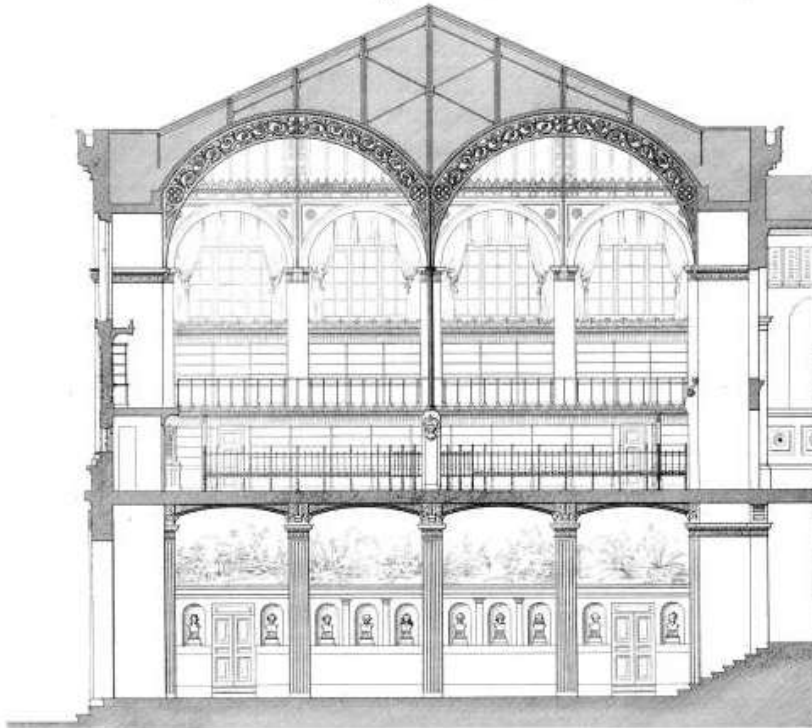


Fig. 2. Seiten-Ansicht.

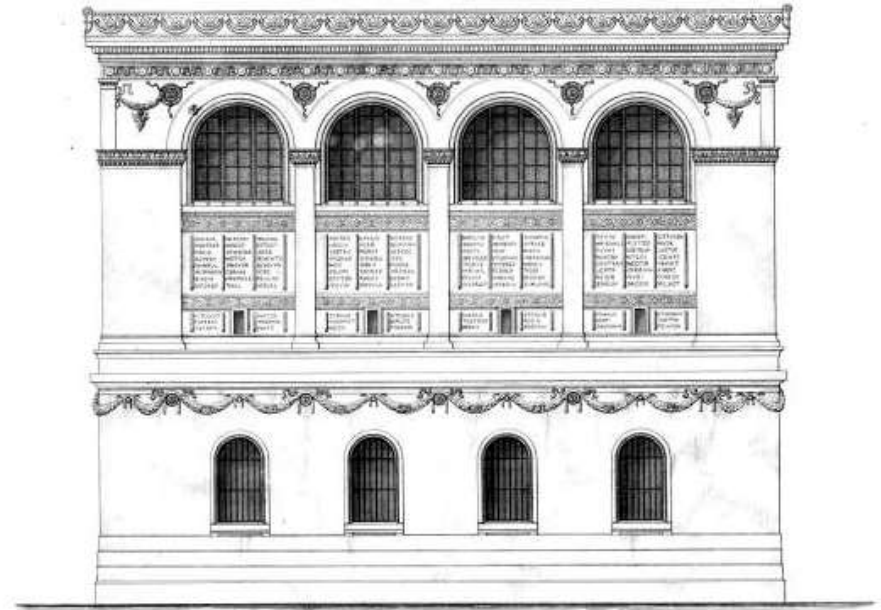
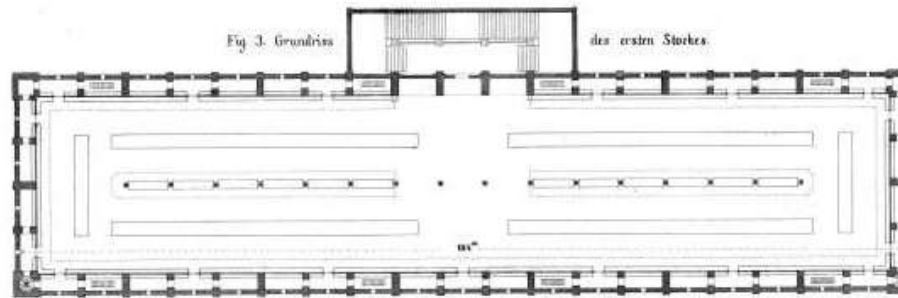
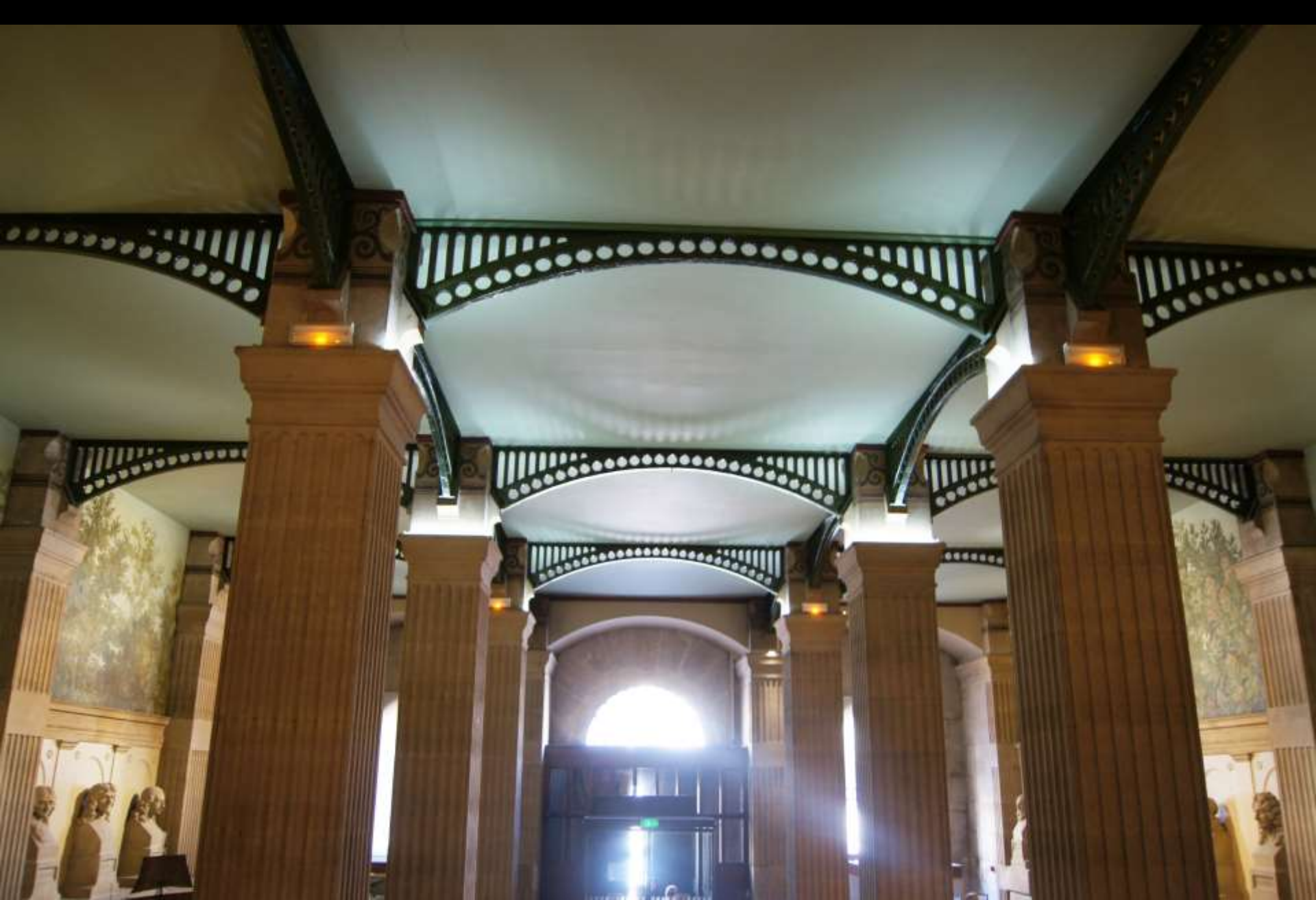


Fig. 3. Grundriss

des ersten Stockes.



50 Meter zu Fig. 1 u. 2
50 Meter zu Fig. 3.



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Eingangshalle im Erdgeschoss mit gusseisernen Deckenträgern



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Treppenaufgang zum Lesesaal



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Gestaltung der sichtbaren Konstruktion in Gusseisen



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Sichtbare Konstruktions Elemente in Gusseisen



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Detail der Gusseisenkonstruktion



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Detail der Gusseisenkonstruktion



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Gewölbe

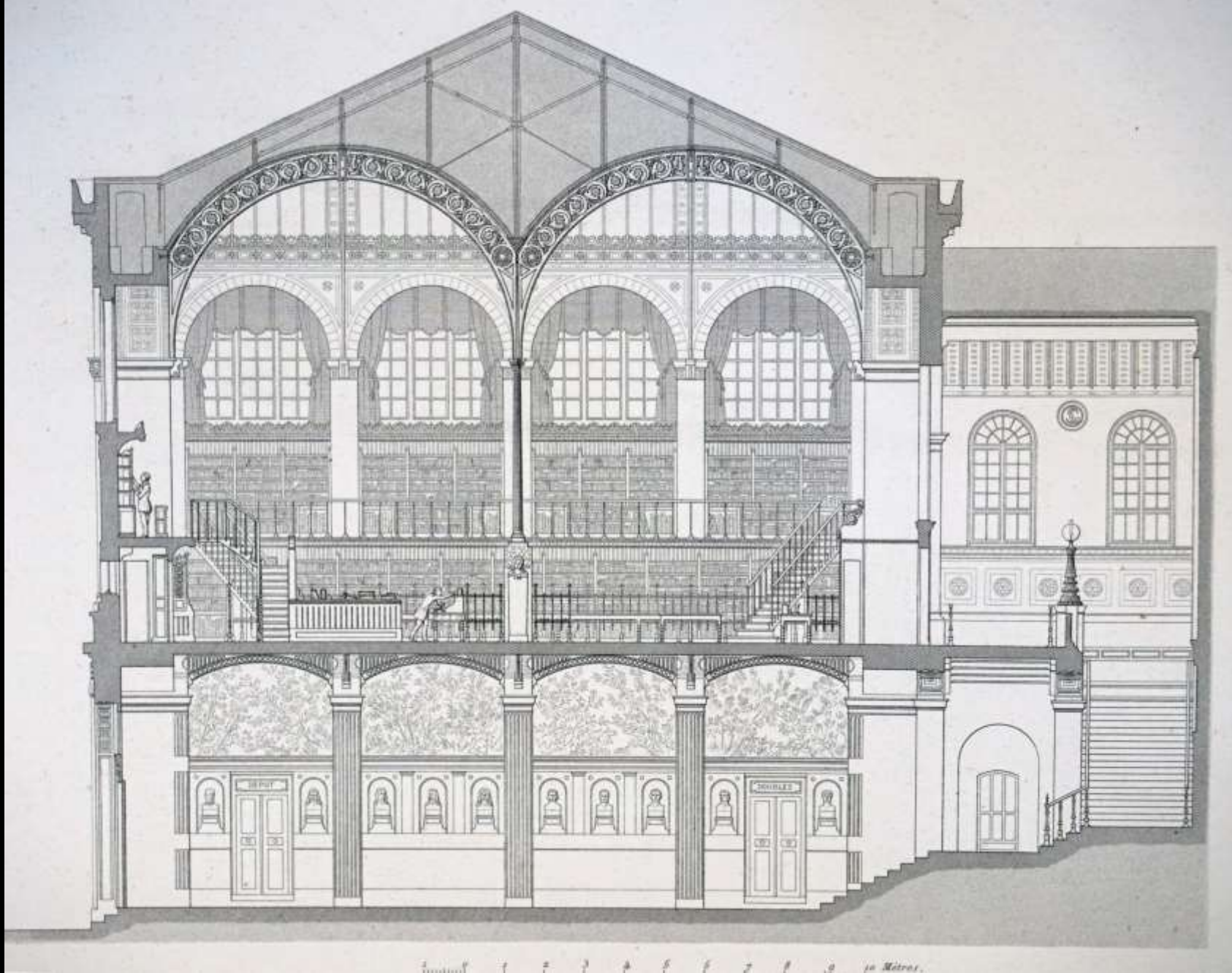


Paris, Bibliothek des Conservatoire des Arts et Métiers
Umnutzung zur Bibliothek Léon Vaudoyer 1845–52



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève
Henri Labrouste 1843–50

Vorbild Gotik?



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
(Revue Générale de l'Architecture, 1852)



Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Schmiedeeiserne Dachkonstruktion aus gewalzten Stabeisen, Anschlüsse mit Quadratmuttern



Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève (Henri Labrouste, 1850)
Dachkonstruktion mit Anschlüssen über Viereckmuttern

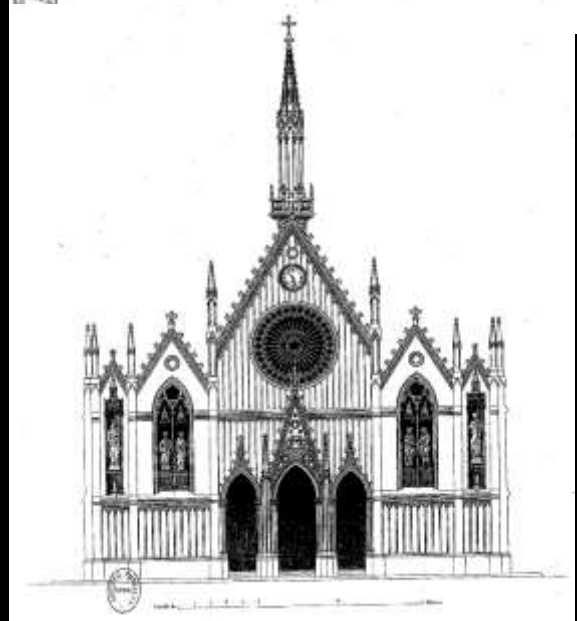
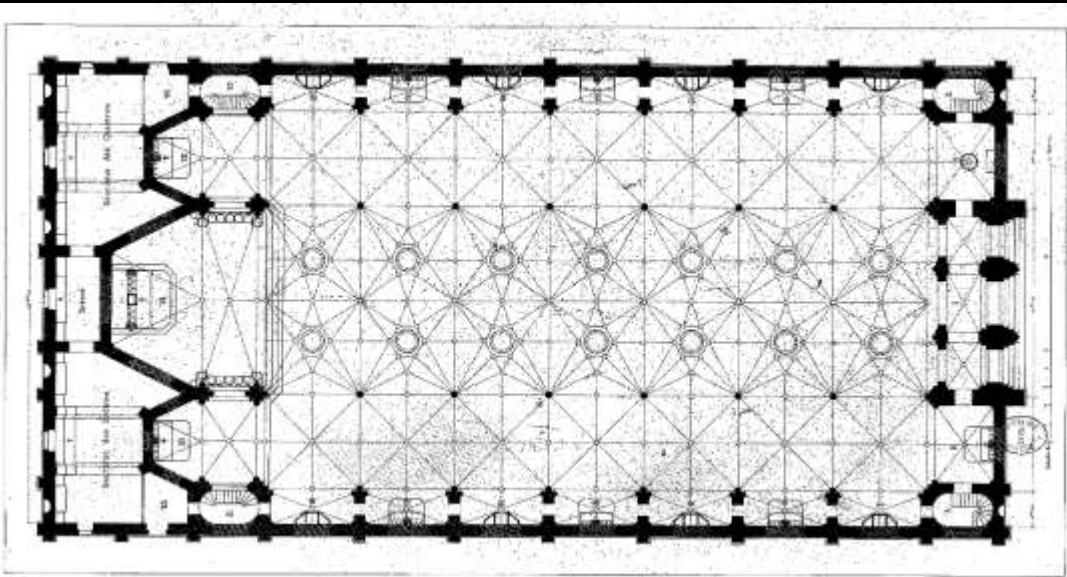
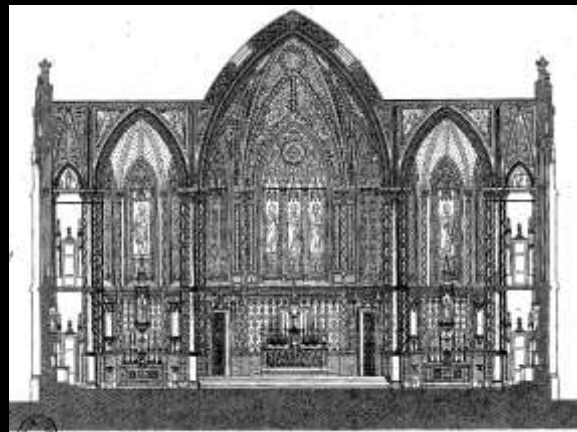
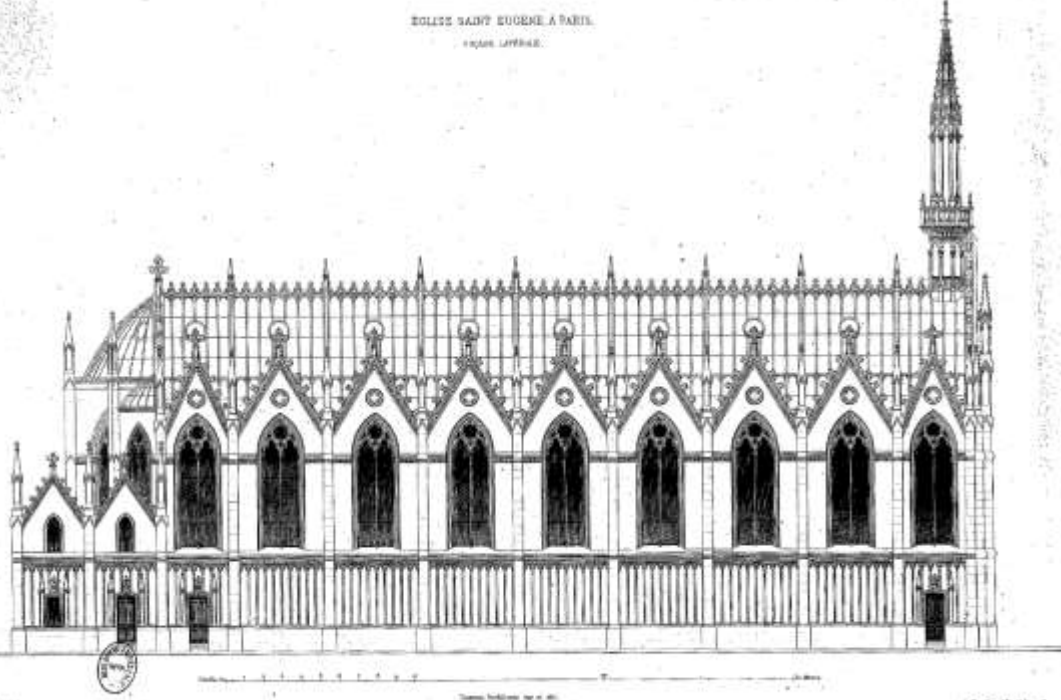


Paris, Bibliothèque Sainte-Genève (Henri Labrouste, 1850)
Oberseite des Drahtgitter-Putz-Gewölbes



Paris, Saint Eugène (A.-L. Lusson und Louis Auguste Boileau, 1855) – eiserne Neugotik

ÉGLISE SAINT EUGÈNE A PARIS.
d'après LUSSON.



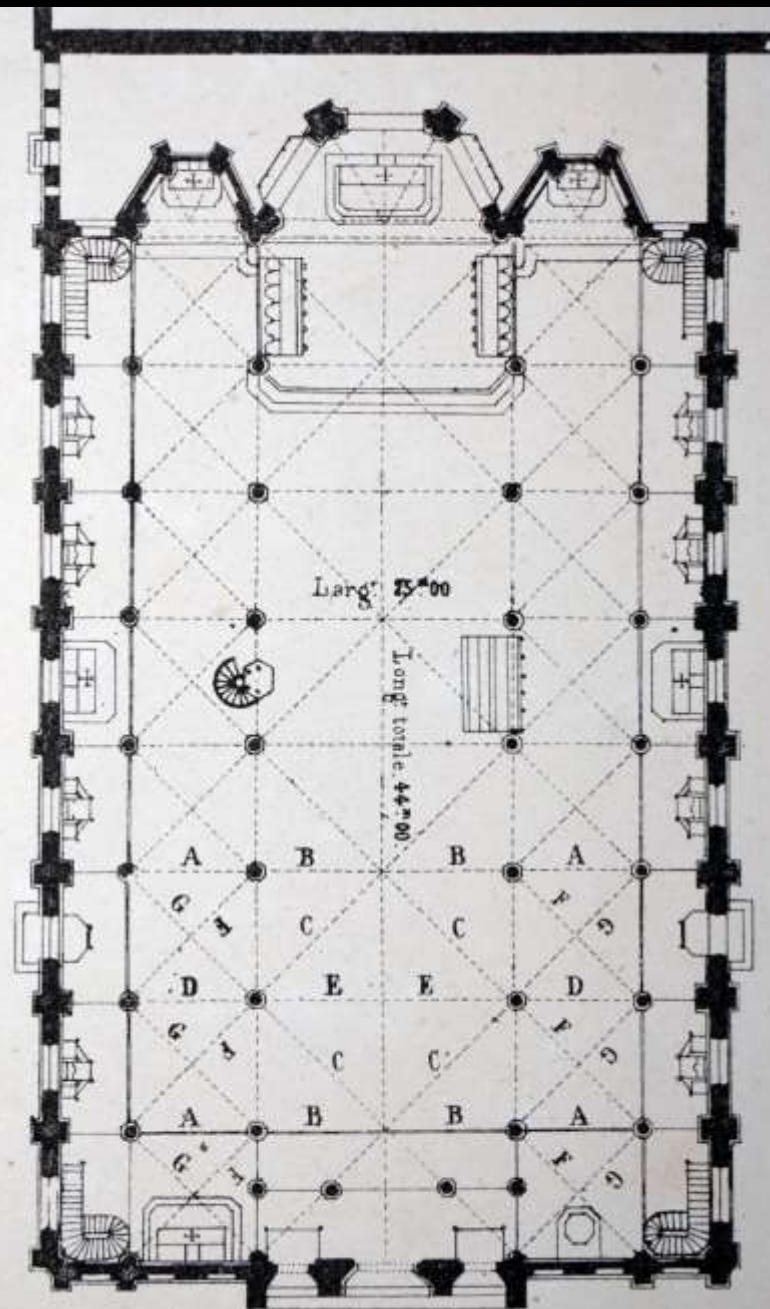
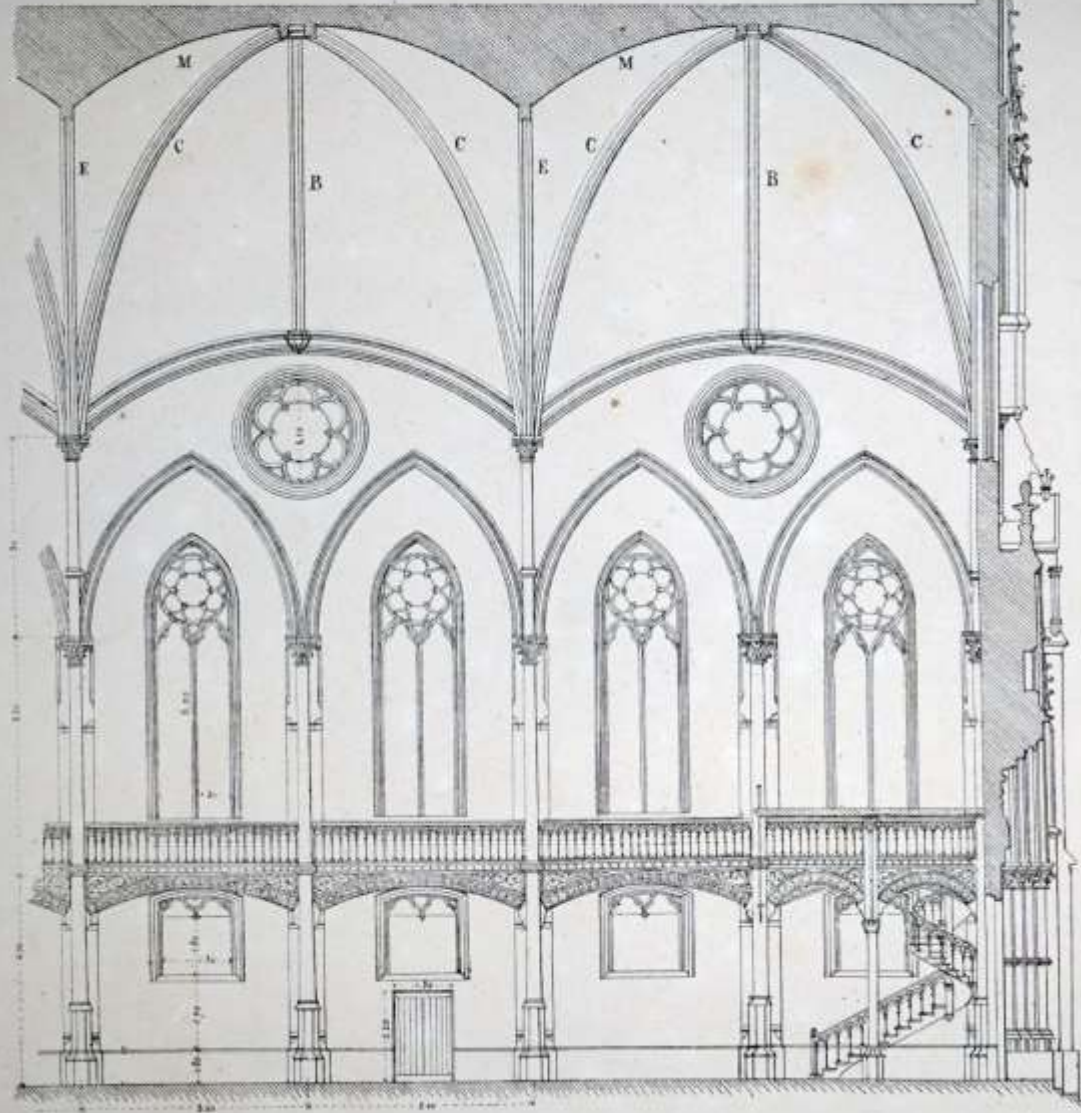
Paris, Saint-Eugène-Sainte-Cécile (1854–55, Entwurf von Louis-Adrien Lusson; Lusson 1855)

ÉGLISE S^t EUGÈNE à PARIS

par M^r BOILEAU, architecte.

PRIX TOTAL, 648.000^f — PAR MÈTRE CARRÉ, 480^f.

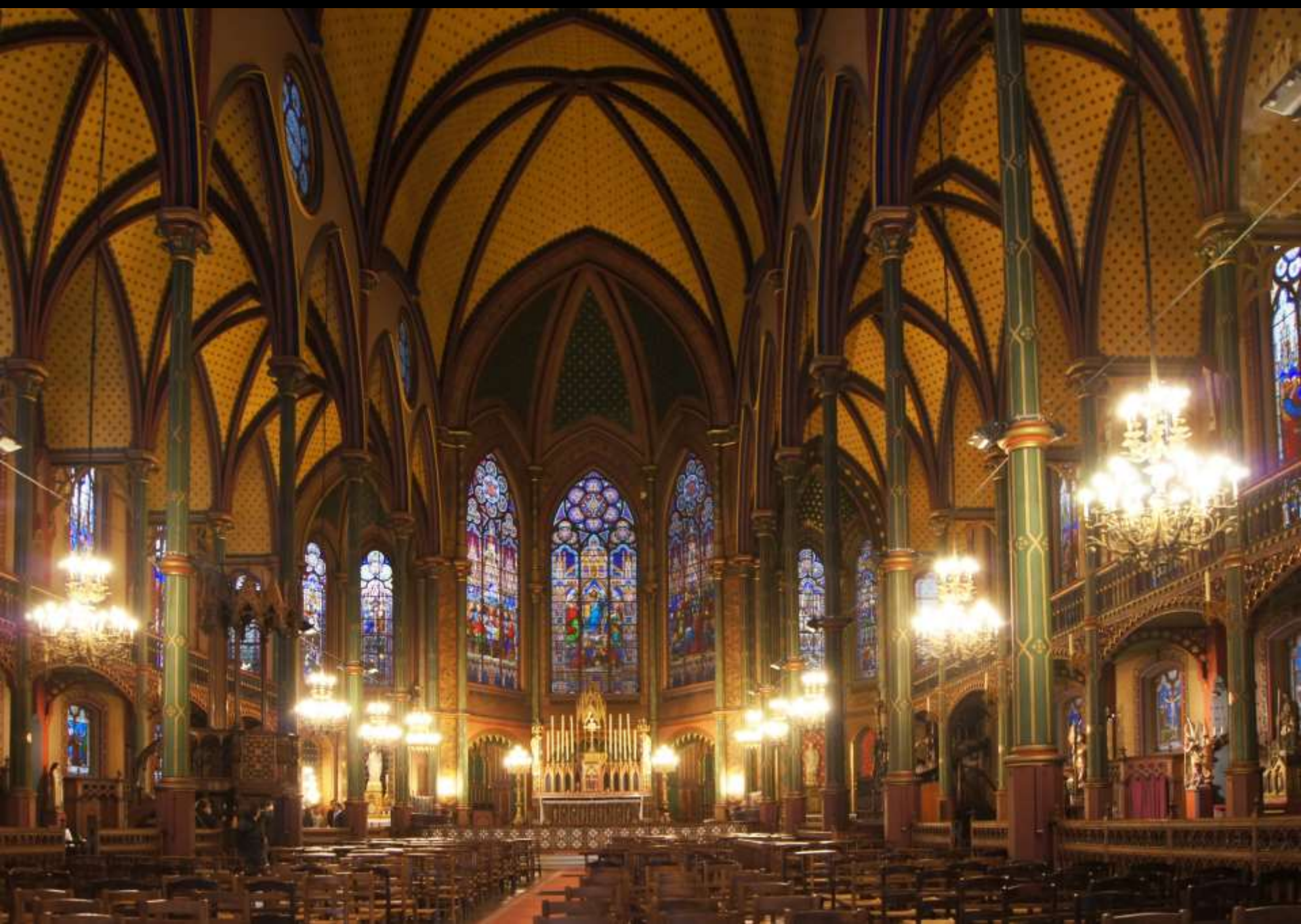
Coupe en long à 00075 p^r 1^r



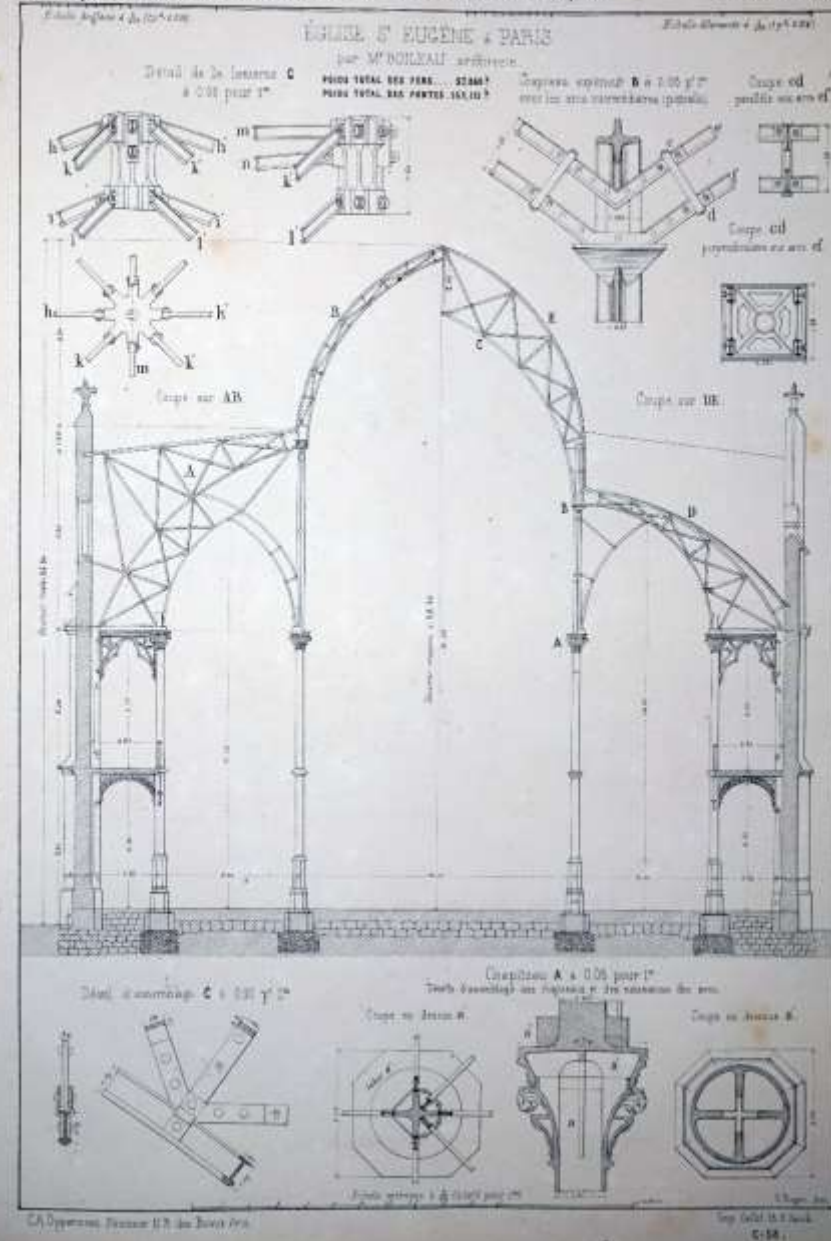
Paris, Saint-Eugène-Sainte-Cécile (1854–55, Louis-Auguste Boileau; *Nouv. Ann. de la Constr.* 1856)



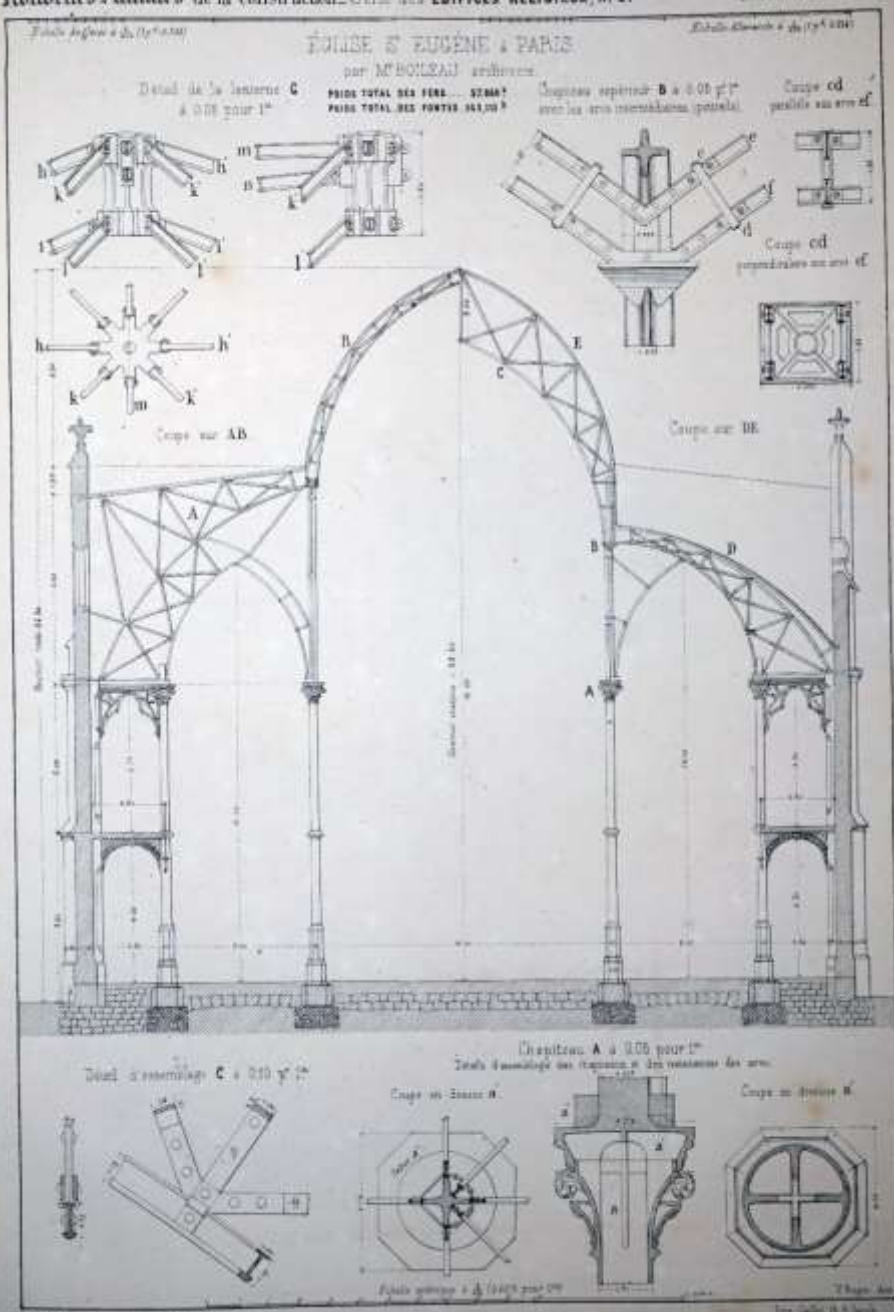
Paris, Saint Eugène (A.-L. Lusson und Louis Auguste Boileau, 1855)



Paris, Saint-Eugène-Sainte-Cécile (1854–55, kostensparende Realisierung von Louis-Auguste Boileau)



Paris, Saint Eugène (Louis Auguste Boileau, 1855)
(Nouvelles Annales de la Construction, 1856)



Paris, Saint-Eugène-Sainte-Cécile (1854–55, Louis-Auguste Boileau; Nouv. Ann. de la Constr. 1856)



Paris, Saint-Eugène-Sainte-Cécile (1854–55, kostensparende Realisierung von Louis-Auguste Boileau)



DESIGNED BY N. CURRIER

THE PATENT BY THE OFFICE OF APPOINTED

**THE MAMMANTIFERENT BUILDING, FOR THE WORLD'S FAIR OF 1851,
BUILT OF IRON AND GLASS, IN HYDE PARK, LONDON.**

Covers 21 Acres, is 1848 feet long by 400 ft wide, with addition on north side 936 ft long & 48 ft wide, height 56 ft; cubic contents 35,000,000 ft; 1250 columns for supporting roof, 34 miles of gutters, 202 miles of sash bars & 900,000 superficial ft of glass, cost £ 399,000, but if permanently retained \$ 750,000.

PAXTON, Archit

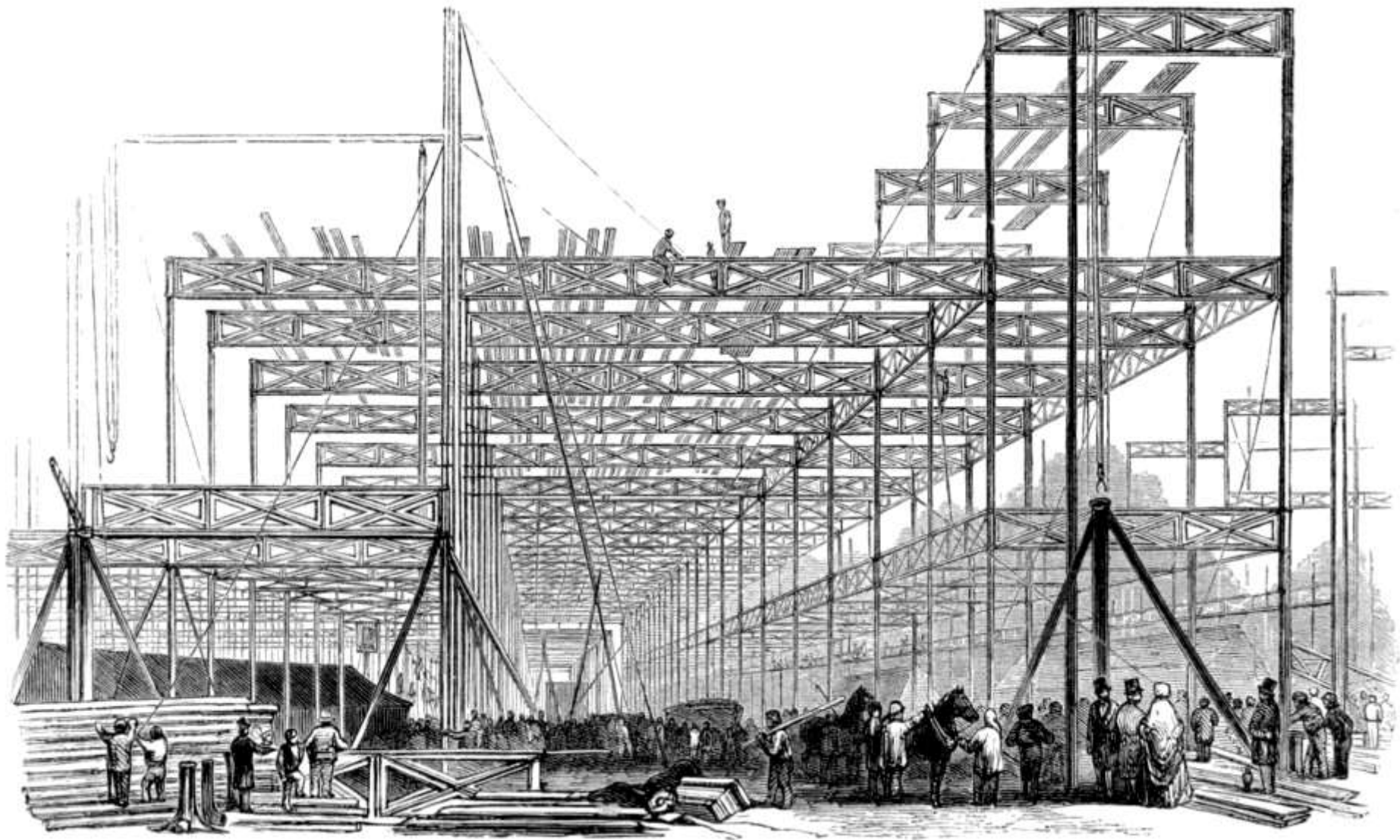
London, Glaspalast (Joseph Paxton und Charles Fox, 1851; Abb. Library of Congress)



THE GREAT INDUSTRIAL EXHIBITION OF 1851.

Thought of the Hall from the Drawing with permission of the Trustees
FIG. 2. — The Foreign Nave

London, Glaspalast (J. Paxton und Ch. Fox, 1851; Abb. Library of Congress)



London, Glaspalast (Joseph Paxton und Charles Fox, 1851; Abb. Library of Congress)
Konstruktion hier noch aus vorgefertigten Gusseisen-“Fachwerk“-Trägern



1850

Die Conway- und Britannia-Bridge
(William Fairbairn, Eaton Hodgkinson und Robert Stephenson)

Erfindung des genieteten Blechträgers

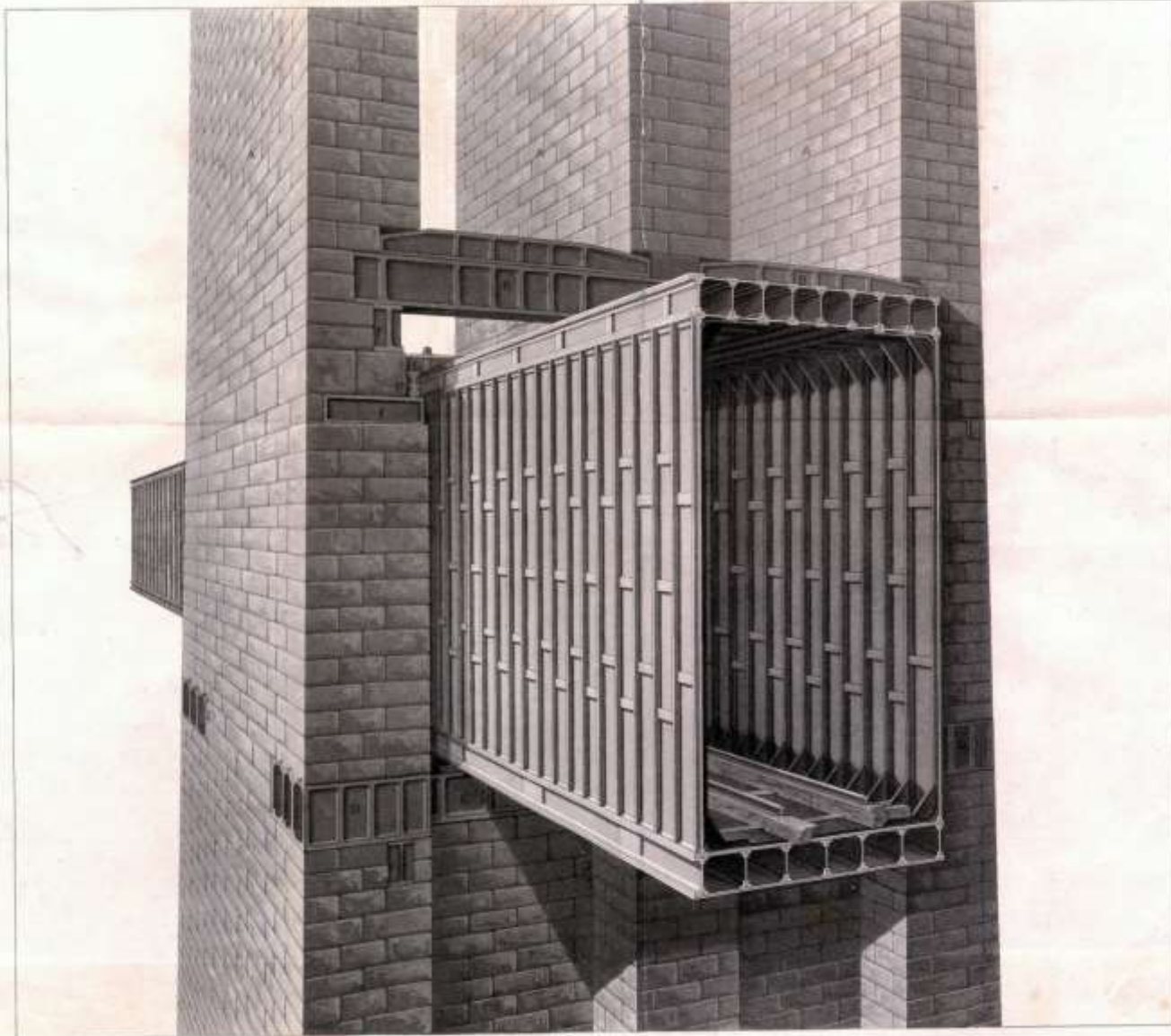


Britannia-Röhrenbrücke.

Britannia Bridge über die Menai-Meerenge
Robert Stephenson, Eaton Hodgkinson und William Fairbairn, 1846-50 (Koch 1854)

PERSPECTIVE VIEW OF A PORTION OF THE BRITANNIA TUBES
RESTING UPON THE CENTRE TOWER IN THE MIDDLE OF THE MENAI STRAIT.

PLATE III.



J. Dixon del.

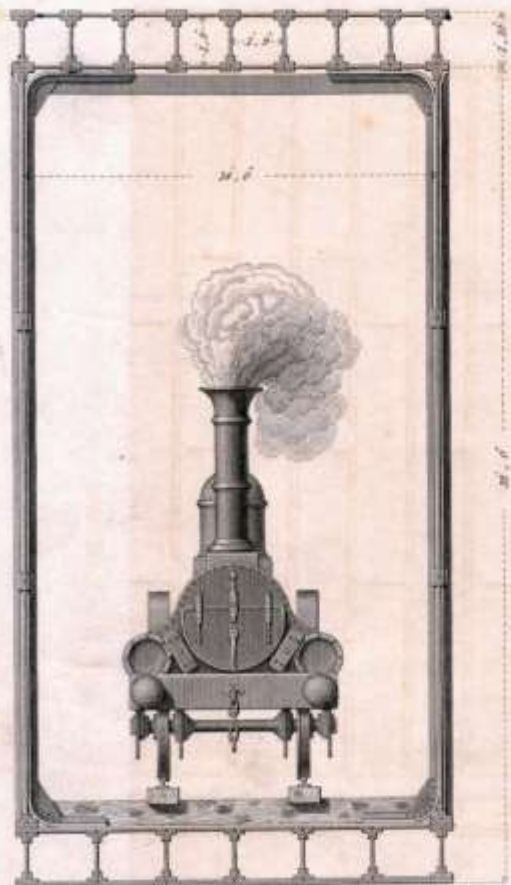
ROBT STEPHENSON AND W^o FAIRBAIRN ENGINEERS.

Published by John Wain, 27 Abchurch Lane, London, E.C. 4.

Britannia Bridge über die Menai-Meerenge
Robert Stephenson, Eaton Hodgkinson und William Fairbairn, 1846-50 (Fairbairn 1849)

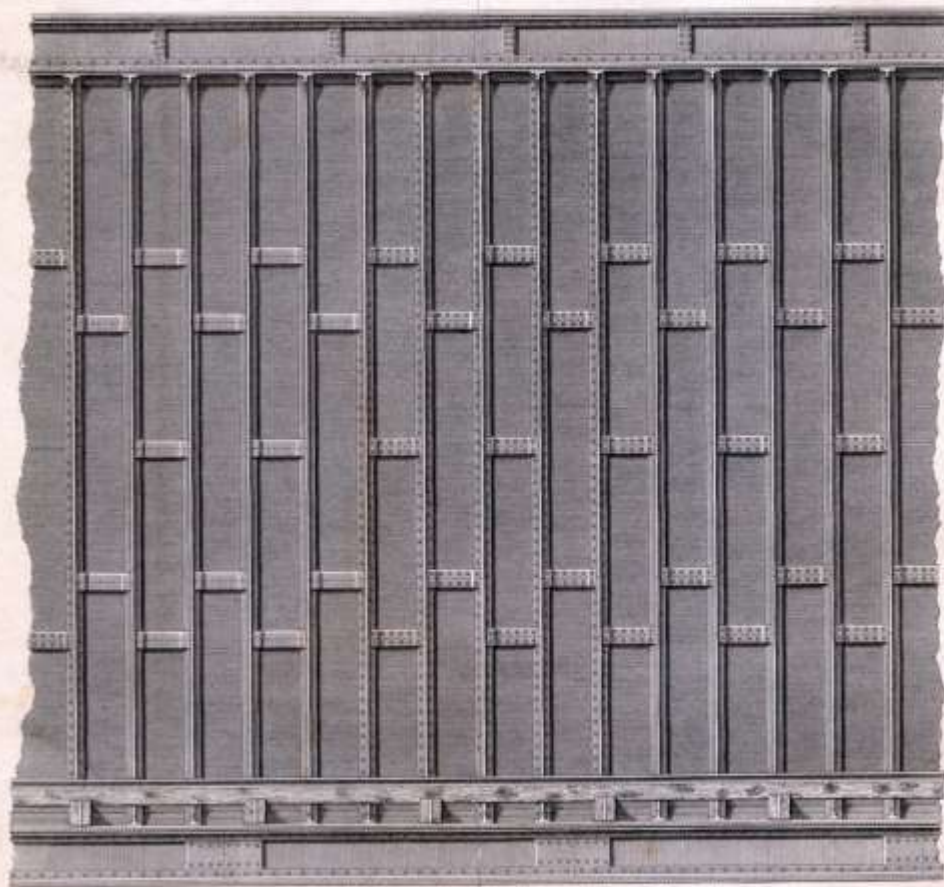
BRITANNIA TUBULAR BRIDGE.

Fig. 1.

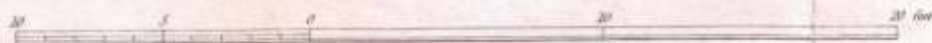


Transverse Section through the middle of the Tube.

Fig. 2.



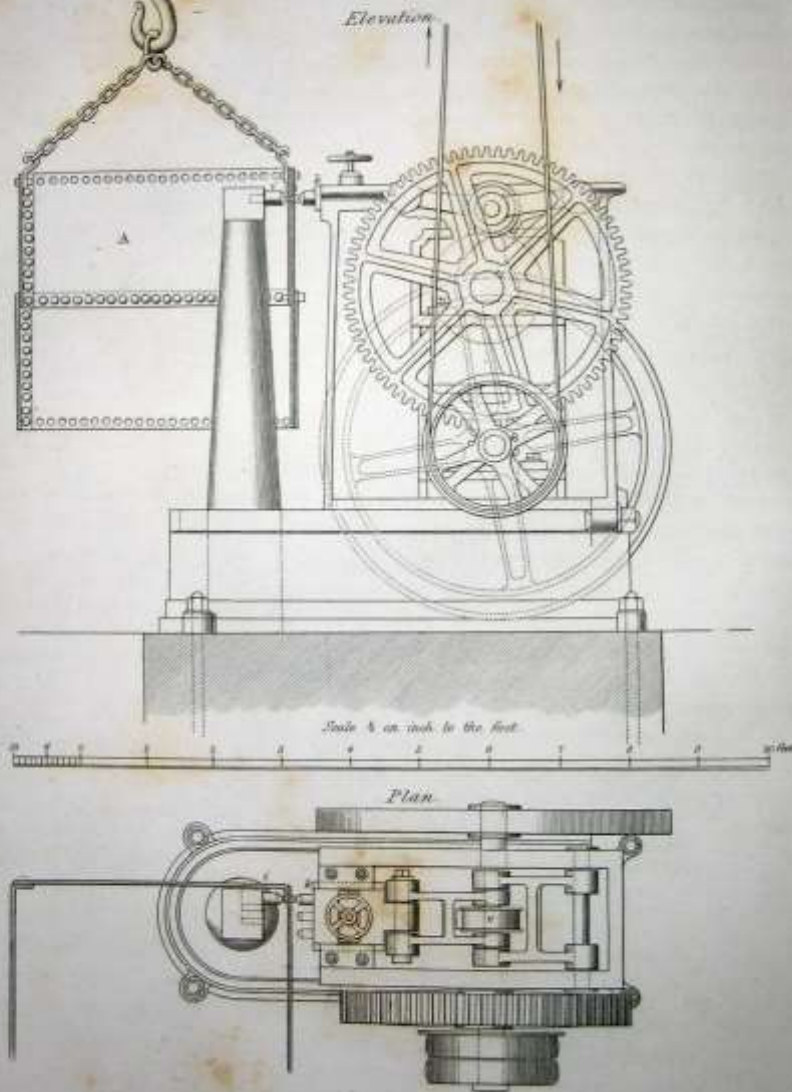
Longitudinal Section through the middle of the Tube.



Britannia Bridge über die Menai-Meerenge
Robert Stephenson, Eaton Hodgkinson und William Fairbairn, 1846-50 (Fairbairn 1849)

Fig. 3.

RIVETING MACHINE.



William Fairbairn, Nietmaschine
(Fairbairn 1850)

PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS

OF THE

ROYAL SOCIETY

OF

LONDON.

FOR THE YEAR MDCCCL.

PART II.

LONDON:

PRINTED BY RICHARD AND JOHN E. TAYLOR, RED LION COURT, FLEET STREET.

MDCCCL.

[677]

XXXV. *An Experimental Inquiry into the Strength of Wrought-Iron Plates and their Riveted Joints as applied to Ship-building and Vessels exposed to severe strains.*

By WILLIAM FAIRBAIRN, Esq.

Communicated by the Rev. HENRY MOSELEY, F.R.S.

Received April 25.—Read June 13, 1850.

THE experiments herein recorded were instituted early in the spring of 1838, and before the close of the following winter most of them had been completed; owing however to a long series of professional engagements they have stood over (with the exception of some additions made in the following year) to the present time. The object of the inquiry was twofold—first, to ascertain by direct experiment the strength of wrought-iron plates and their riveted joints in their application as materials for ship-building; and secondly, to determine their relative value when used as a substitute for wood. On these two points it cannot be expected that our knowledge should be far advanced, as a very few years have elapsed since it was asserted that iron, from its high specific gravity, was not calculated for such a purpose, and that the greatest risk was likely to be incurred in attempting to construct vessels of what was then considered a doubtful material. Time has however proved the fallacy of these views, and I hope, in the following experiments, to show that the iron ship, when properly constructed, is not only more buoyant, but safer, and more durable than vessels built of the strongest English oak.

At the commencement of the experiments I felt desirous of conducting them upon a scale of such magnitude as would supply sound practical data, and at the same time establish a series of results calculated to ensure confidence as well as economy in the use of the material. My views were ably carried out by Mr. HODGKINSON, who conducted the experiments under my direction, and from whom I received valuable assistance.

In conducting the investigation I found it necessary to divide the subject into four distinct parts:—

1st. The strength of plates when torn asunder by a direct tensile strain in the direction of the fibre, and when torn asunder across it.

2ndly. On the strength of the joints of plates when united by rivets as compared with the plates themselves.

3rdly. On the resistance of plates to the force of compression, whether applied by a dead weight or by impact.

TABLE VI.

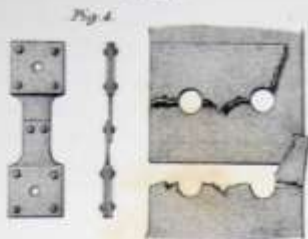


TABLE VII.

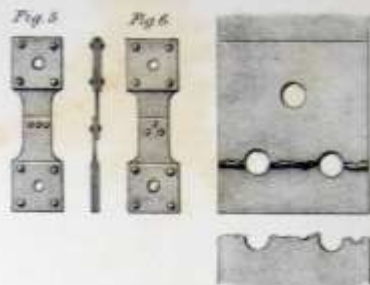


TABLE VIII.

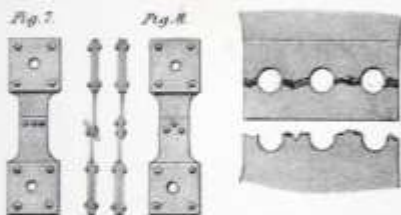


TABLE IX.

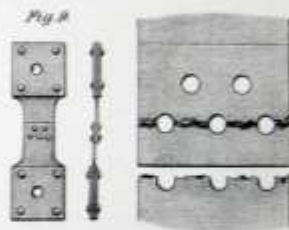


TABLE X.

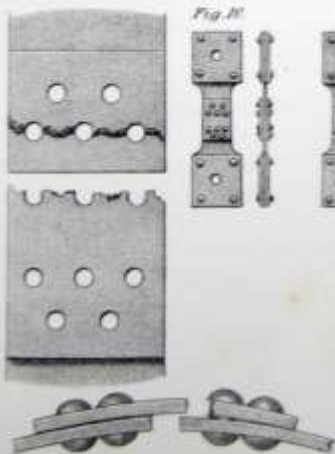


TABLE XI.



TABLE XII.

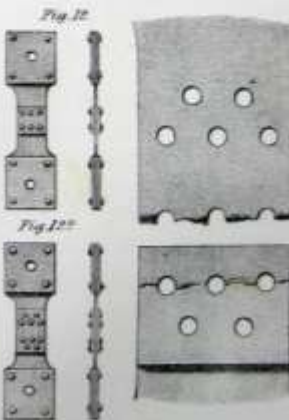


TABLE XXI.

Beam before the Experiment rib downwards
Weight of Beam 34 lbs



Fig. 17.

Beam before the Experiment rib upwards
Weight of Beam 33 lbs



TABLE XXI.
Fig. 18.

Beam before the Experiment rib downwards
Weight of Beam 37 1/2 lbs



Fig. 18.

Beam before the Experiment rib upwards
Weight of Beam 33 lbs

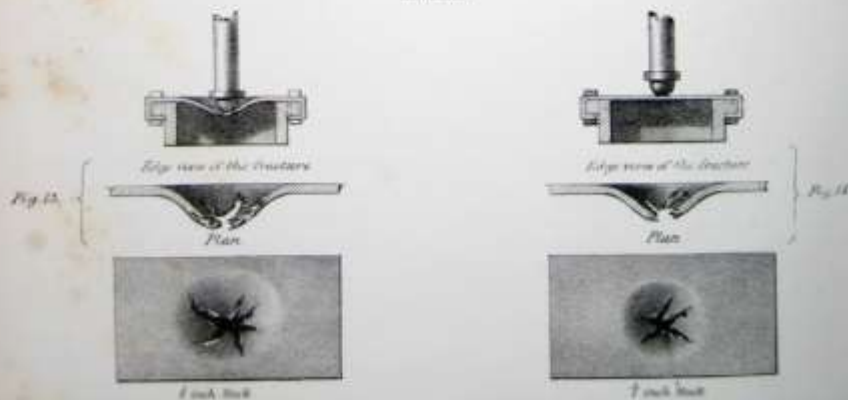


TABLE XX.
Fig. 19.

Side view of Beam before the Experiment
Weight of Beam 30 1/2 lbs



TABLE XXII.



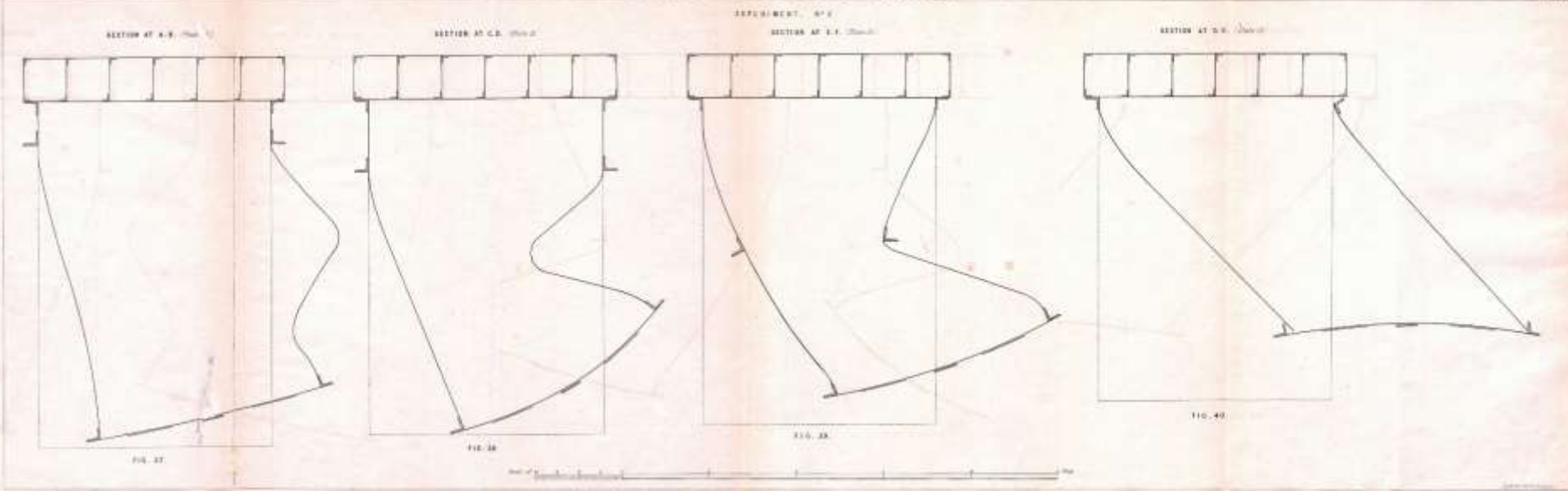
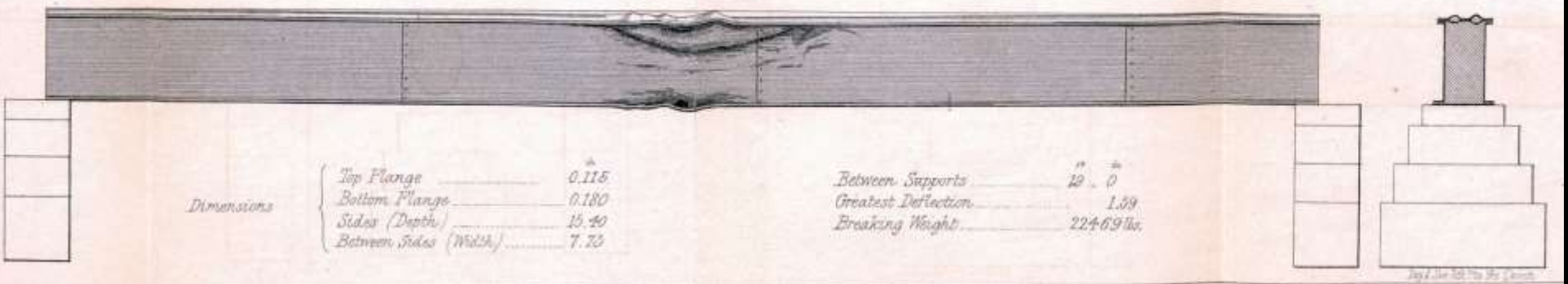
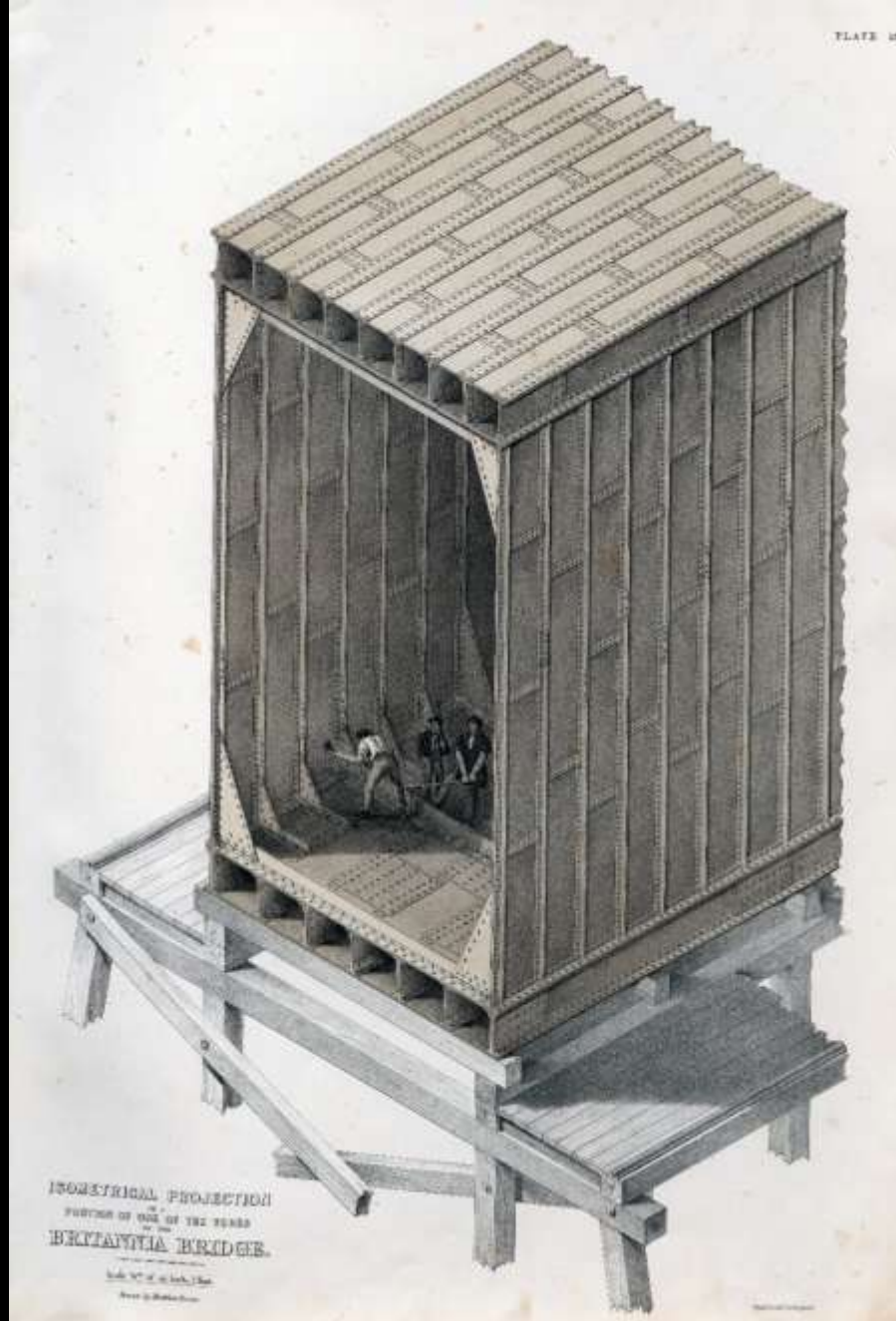


FIG. 27.



William Fairbairn, Tragverhalten des Kastenträgers der Britannia-Bridge
(Fairbairn 1849)



ISOMETRICAL PROJECTION
SECTION OF ONE OF THE GIRDS
OF THE
BRITANNIA BRIDGE.

Scale 1/4" = 10' in length. 1/8" = 1' in height.
Drawn by Messrs. Clark.

Britannia Bridge: endgültige Konstruktion des Blechträgers als ausgesteifter Kasten
(Clark 1850)



BRITANNIA BRIDGE.

Herstellung der Blechträger an Land
(Clark 1850)



CONWAY BRIDGE.
GENERAL BRIDGES, GREAT BRITAIN.

Conway Bridge: Einschwimmen der Blechträger
(Clark 1850)



Moulins, „Pont Noir“ über die Allier (1858)



Moulins, „Pont Noir“ (1858)

Ingenieur des Ponts et Chaussées, M^r PRÉMAUX.
Ingenieur de Pontons, M^r MARSAD.

PONT A PILES TUBULAIRES SUR LIAIER.
Chemin de fer de Moulins à Montluçon.

PRIX TOTAL CRÉDIT
PRIX PAR MÈTRE COURANT 2657

Fig. 1. Elevation générale à 0 003 p^m
Longueur totale 2070



Fig. 5. Elevation et Coupe dans l'axe à 0 01 pour 1^m

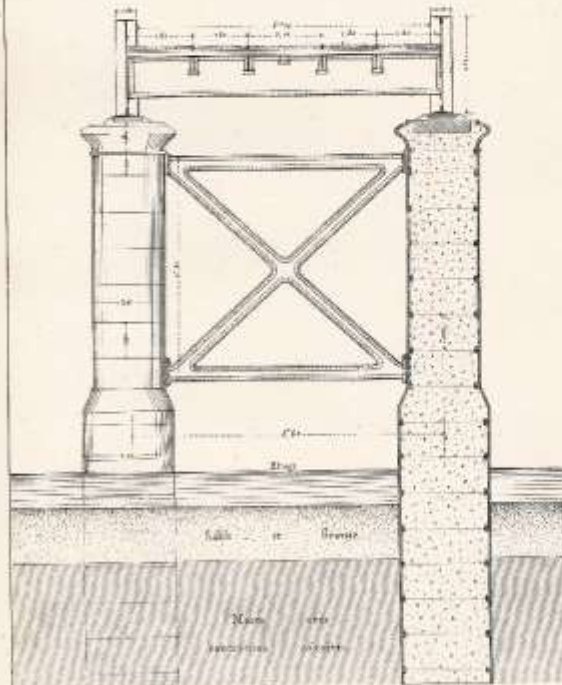


Fig. 2. Elevation longitudinale à 0 01 p^m



Fig. 3. Coupe suivant AB à 0 01 p^m

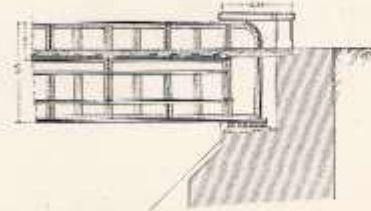


Fig. 4. Coupe suivant CD à 0 01 p^m



Fig. 6. Coupe d'une culée à 0 01 pour 1^m

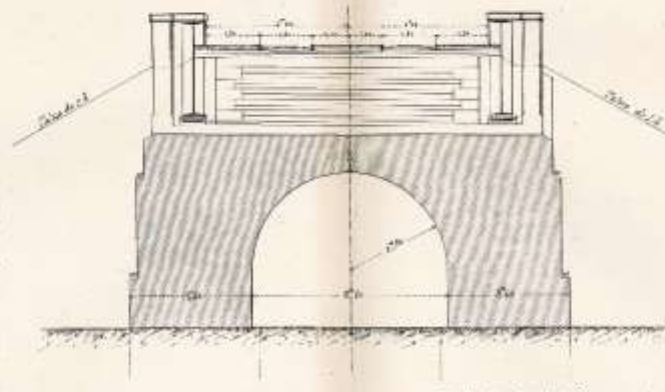
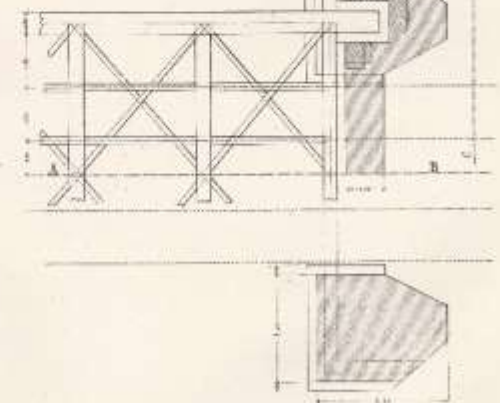


Fig. 7. Plan et fondation d'une culée à 0 01 p^m



Echelle des Details à 0 01 pour 1 mètre.

13 impressions Revue des Ponts et Chaussées.

30 à 50 PLANCHES avec 12 Livres de TEXTE pour 15 F. par an.
De plus une carte DE NOTI, E. 1859, Nos. 45. Des des Augmentations à Paris.

Imp. Galignani, 112, Boulevard des Capucines, Paris.

Moulins, „Pont Noir“ (1858)
(Nouvelles Annales de la Construction, 1859)



Moulins, „Pont Noir“ (1858). Blechbalkenträger



Moulins, „Pont Noir“ (1858). Verstärkung an einer Stütze



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859; letztes erhaltenes Beispiel!)
Gitterträger statt Blechträger – aus der Not wird eine Innovation

METALLBRÜCKE ÜBER DEN ROYAL - CANAL BEI DUBLIN.
(Dublin - Drogheda - Eisenbahn.)

Fig. 1. Aeuere Ansicht der Brücke.

Fig. 2. Längenschnitt nach A. B.

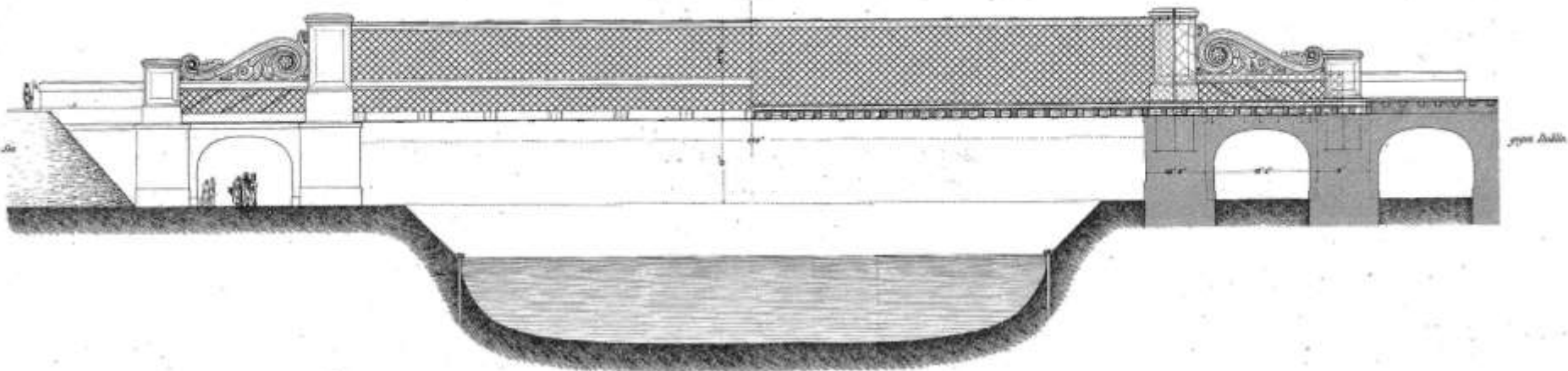


Fig. 4. Grundriss der Brücke von oben nach unten gesehen.

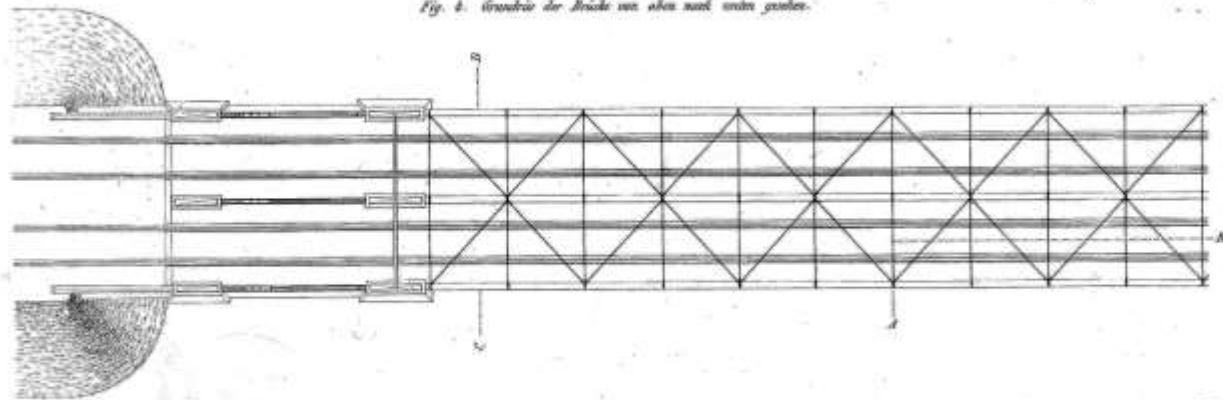
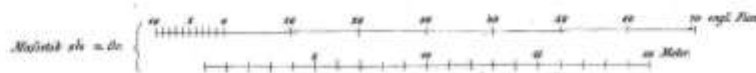
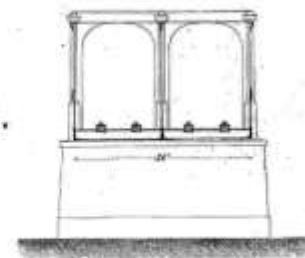


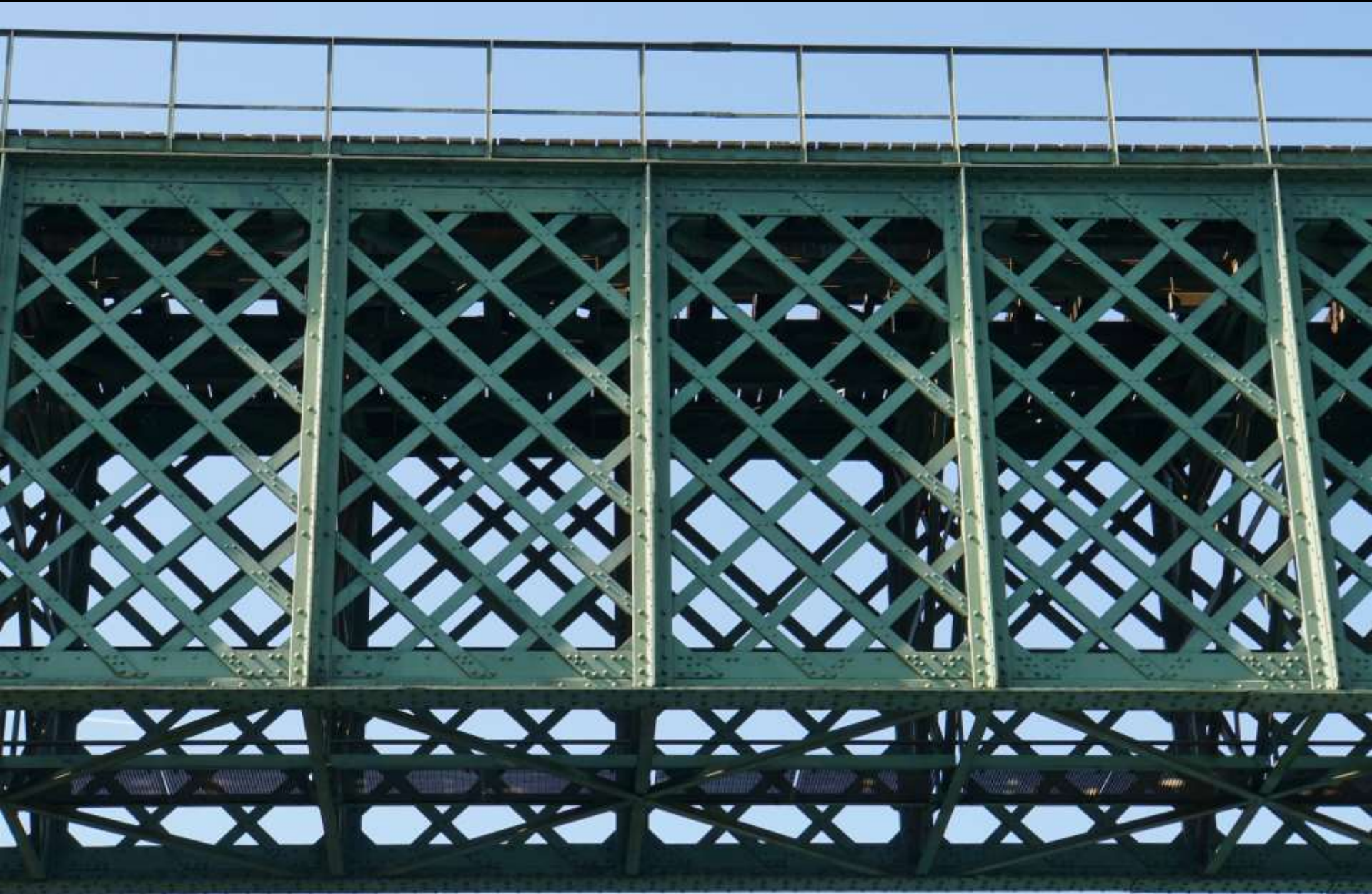
Fig. 3. Querschnitt nach C. D.



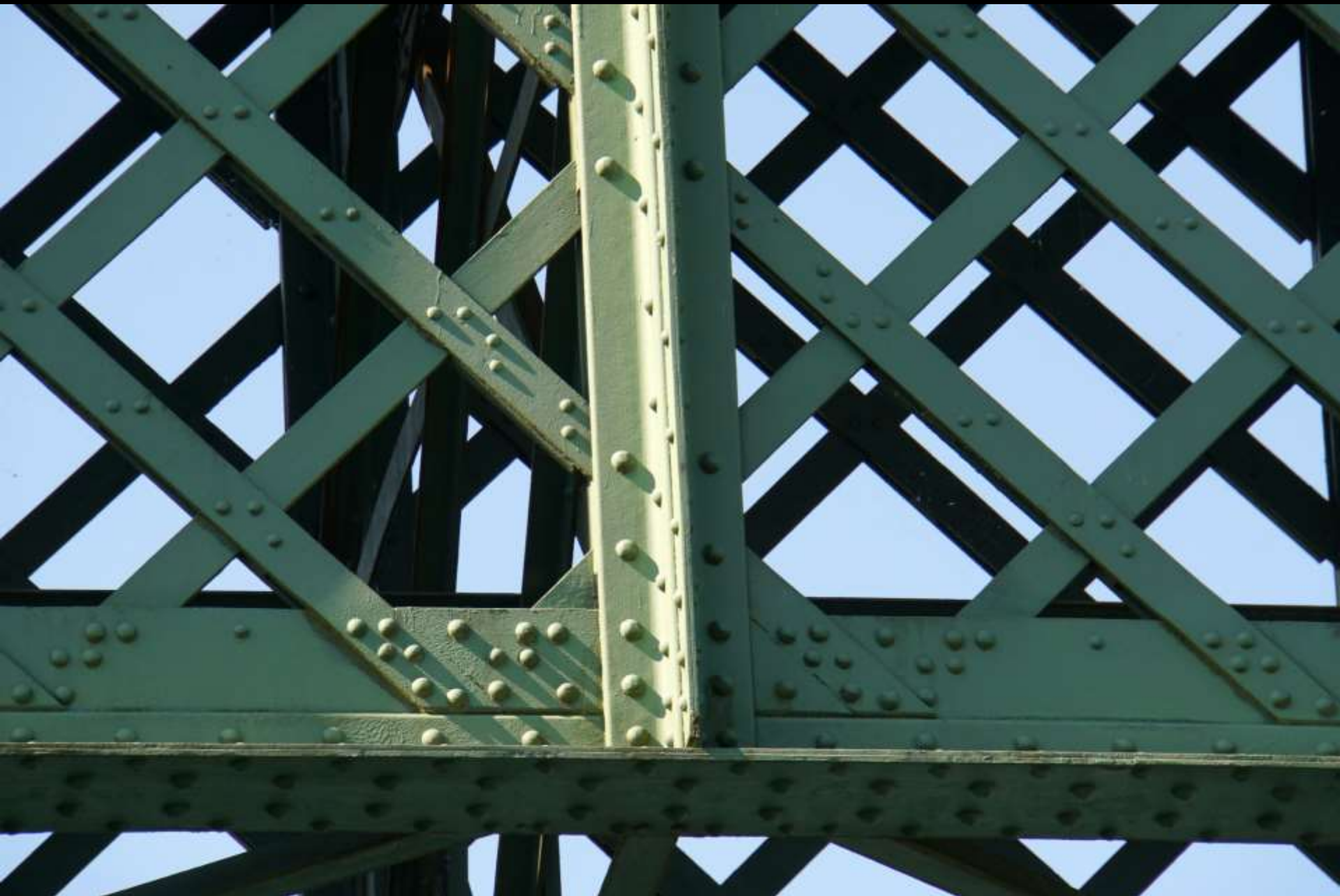
Brücke der Eisenbahn Dublin-Drogheda über den Royal Canal (1844). Erste eiserne Gitterträgerbrücke (Allgemeine Bauzeitung 1848)



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859). Erfogsmodell Gitterträgerbrücke mit ausgesteifter Tragwand



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859). Ausgesteifter Gitterträger



Koblenz (AG), Rheinbrücke (Robert Gerwig, 1859)



Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems

Armadura de palastro. (Estacion del Oeste. Paris)

Espesores de tornos y gresaca calculados
para una carga de 60⁰ por 1⁰⁰

Tornos	f. c.	74475 25
	d. c.	61486 45
	e. g.	52810 17
	f. c.	32668 66
	g. c.	66275 07
	h. d. h. g.	72288 89
Dornos	a. c.	75248 15
	d. g.	52025 70

Len de la armadura	40 ⁰
Longitud de la casa	103 ⁰
Numero de varillas	14
Espesor entre cada dos	3 ⁰
Numero de viguetas	22
Dist. de una varilla	2237 ⁰⁰
Dist. de la columna entre cada dos varillas	4305

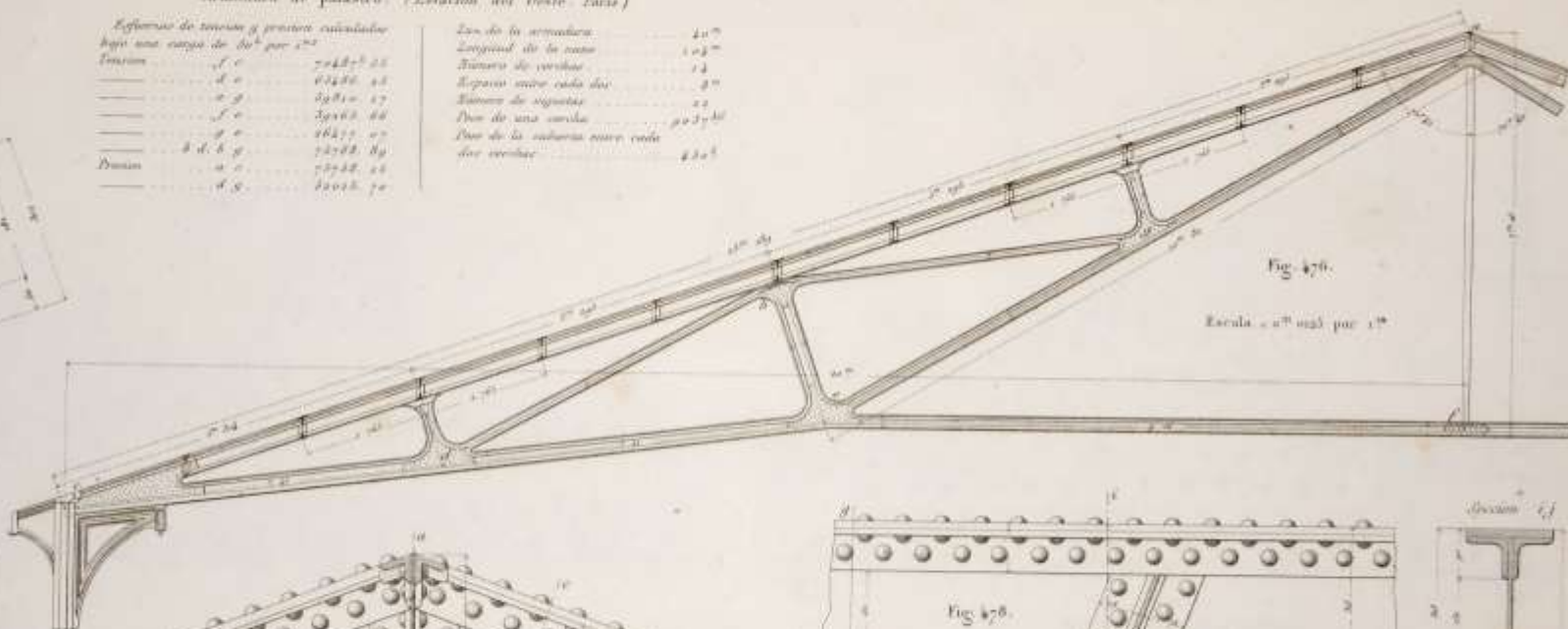


Fig. 476.

Escala = 1⁰⁰ milim. por 1⁰⁰

Seccion a b

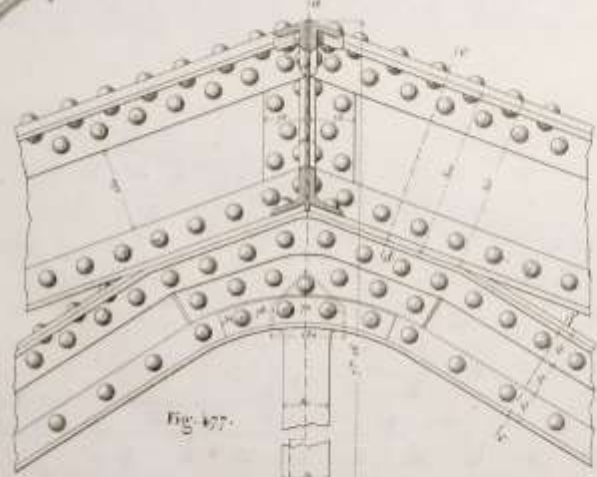


Fig. 477.

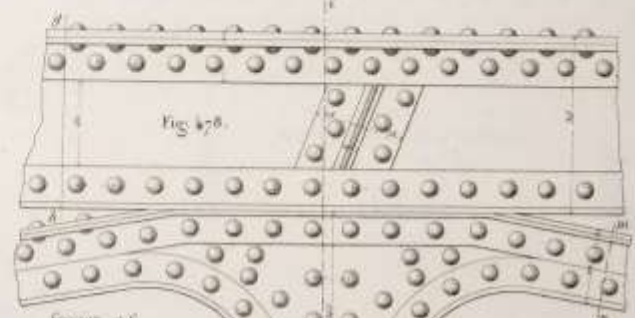
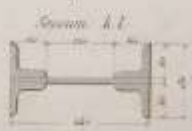


Fig. 478.

Escala 1⁰⁰ por 1⁰⁰



Seccion e f



Transformation: Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Genietete Blechfachwerke in Art des Polonceau-Systems (Valdès 1859)



Paris, Gare Saint-Lazare (1851-53). Spannweite 40 m (Armand und Flachet).

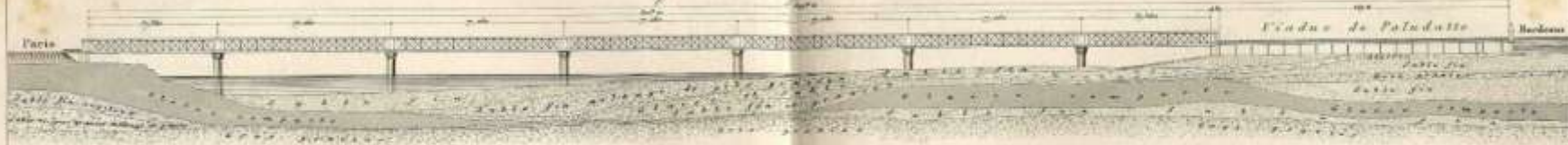


Bordeaux, Eisenbahnbrücke (1859). Prototyp einer Gitterfachwerkbrücke???

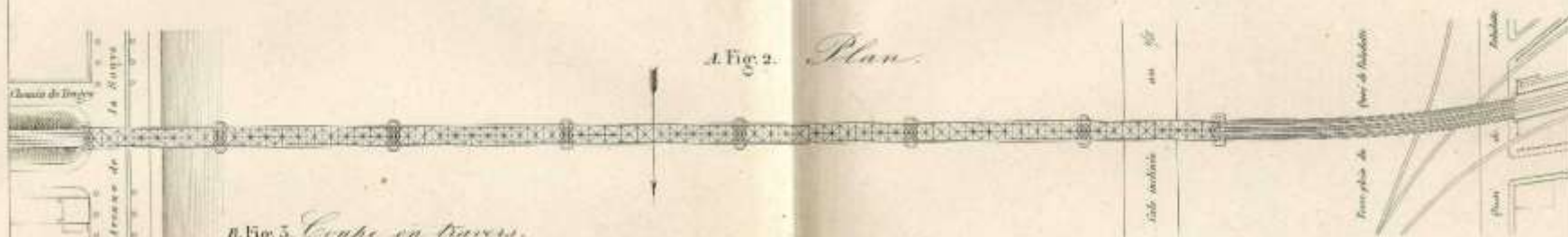


Bordeaux, Eisenbahnbrücke (1859)

A. Fig. 1. Elevation.
Profil en long du terrain.

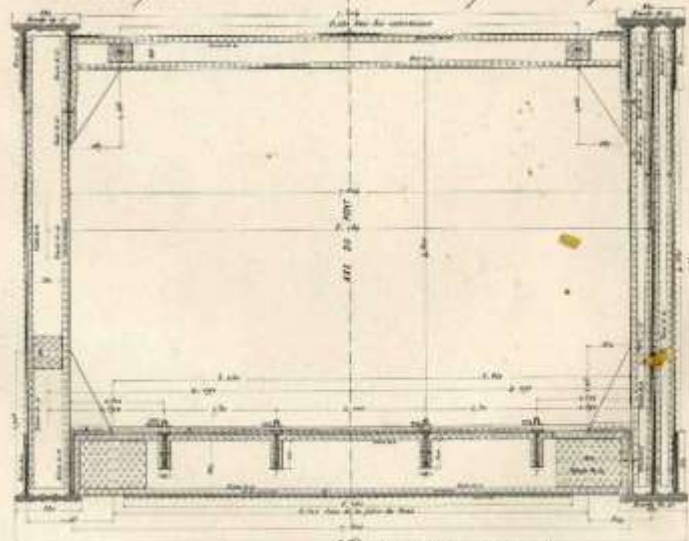


A. Fig. 2. Plan.

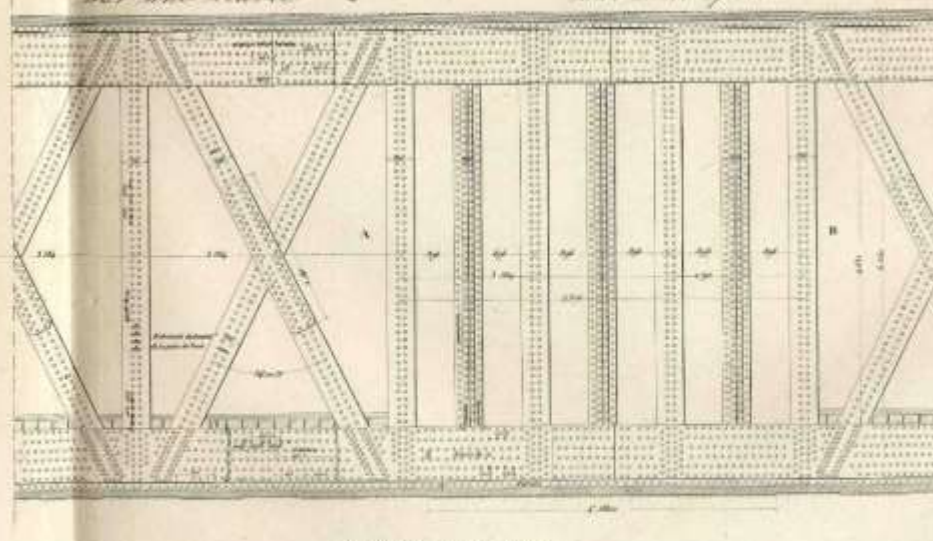


B. Fig. 3. Coupe en travers.

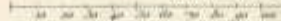
sur un panneau vide. sur un panneau plein.



B. Fig. 4. Elevation sur une travée.



Echelle A de 1/20000 mètres.



Echelle B de 1/2000 mètres.



Travaux par Bataz.

A Fig. 2 Epure de la courbe enveloppe des moments de rupture résultant des épreuves et des moments de construction à une portée

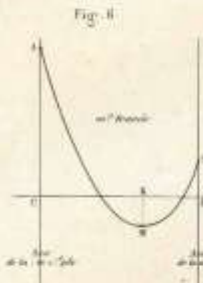
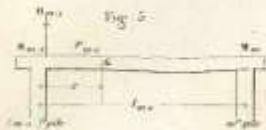


Tableau des moments



C Fig. 5 Courbe de montage (projet)

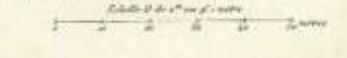
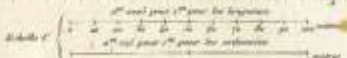
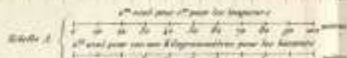
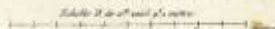


D Fig. 6 Distribution et appui des tôles



Legend

Les lettres A indiquent les tôles longitudinales
 B les tôles transversales de champ et leurs doublures
 C les renforts
 D les tôles des pontons de fer
 E les tôles des pontons de bois
 F les tôles des pontons de fer
 G les tôles des pontons de bois
 H les tôles des pontons de fer
 I les tôles des pontons de bois
 J les tôles des pontons de fer
 K les tôles des pontons de bois
 L les tôles des pontons de fer
 M les tôles des pontons de bois
 N les tôles des pontons de fer
 O les tôles des pontons de bois
 P les tôles des pontons de fer
 Q les tôles des pontons de bois
 R les tôles des pontons de fer
 S les tôles des pontons de bois
 T les tôles des pontons de fer
 U les tôles des pontons de bois
 V les tôles des pontons de fer
 W les tôles des pontons de bois
 X les tôles des pontons de fer
 Y les tôles des pontons de bois
 Z les tôles des pontons de fer



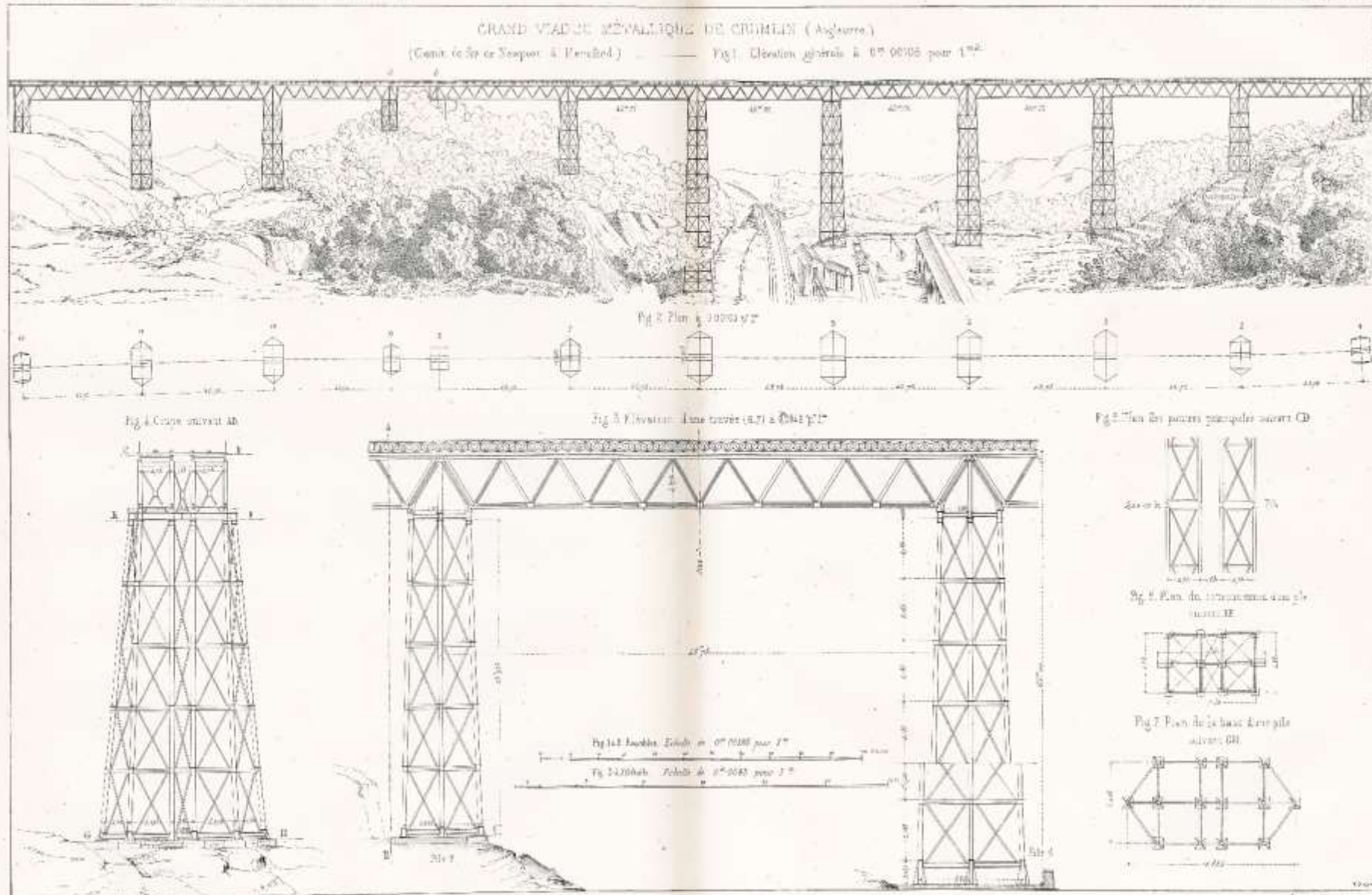


Bordeaux, Eisenbahnbrücke (1859)



Bordeaux, Eisenbahnbrücke (1859). Verschiebliches Lager

Siegeszug des Fachwerks
1851–1914



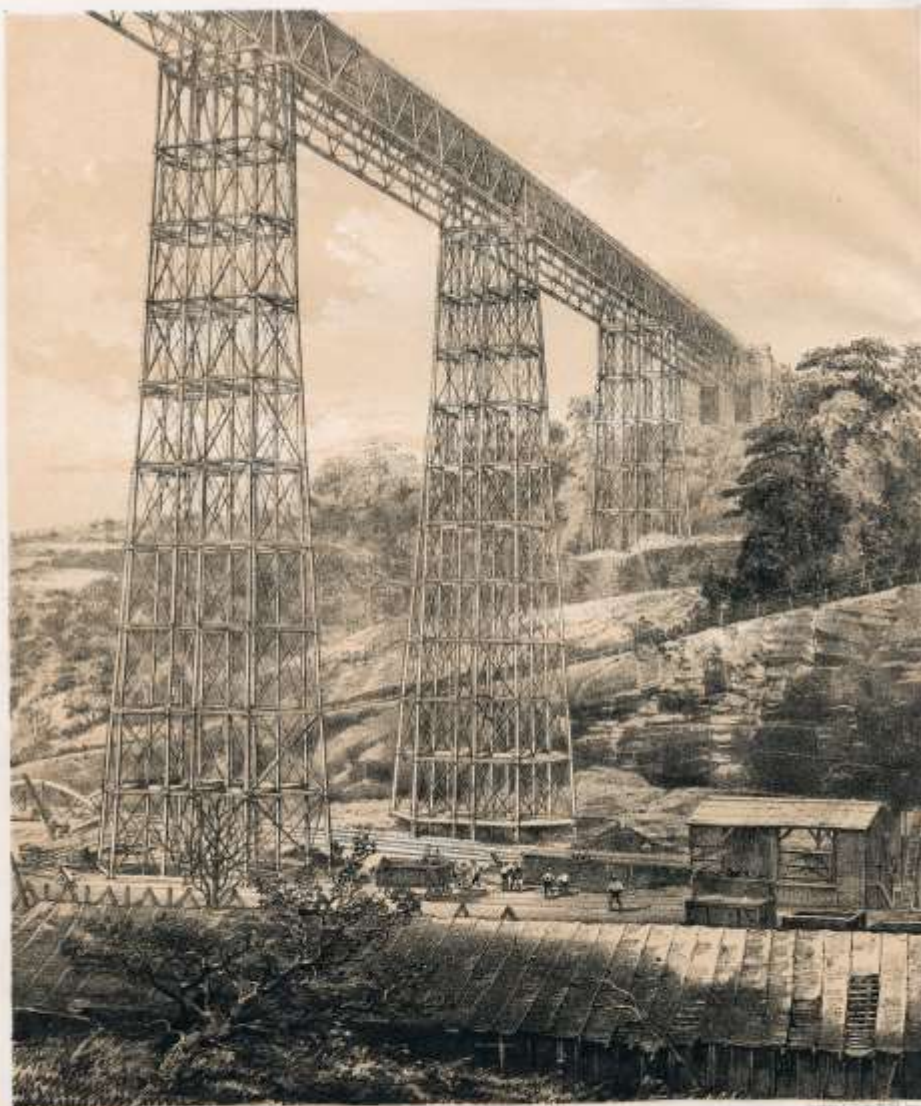
C.A. Sempster, Directeur G.A. des Travaux Arts.

SE à 60 PLANCHES avec 18 Insertions de TEXTE pour 18 Textes en
On s'adresse chez M. LINDO, Éditeur, N. 42, quai des Augustins à Paris.

Exp. d'Aut. de M. 2025

C. 515

Crumlin-Viaduct (Wales; 1853–57)
(Nouvelles Annales de la Construction 1859)



CRUMLIN VIADUCT.

TAFF VALE EXTENSION.

NEWPORT, ABERGAVENNY & HEREFORD RAILWAY.

Crumlin-Viaduct (Wales; 1853–57)
(Humber 1857)



Paris, Gare d'Austerlitz (1865-69), Spannweite 52.5 m. Polonceau-Dach mit Gitterträger-Sparren.



Paris, Gare d'Austerlitz (1865-69), Spannweite 52.5 m



Paris, Gare d'Austerlitz (1865-69), Spannweite 52.5 m



Bahnhof St. Pancras, London (1867)



Bahnhof St. Pancras, London (1867)



Bahnhof St. Pancras, London (1867)

INTERIOR OF THE ST. PANCRAS STATION; MIDLAND RAILWAY.

MR. W. H. BARLOW, ENGINEER.

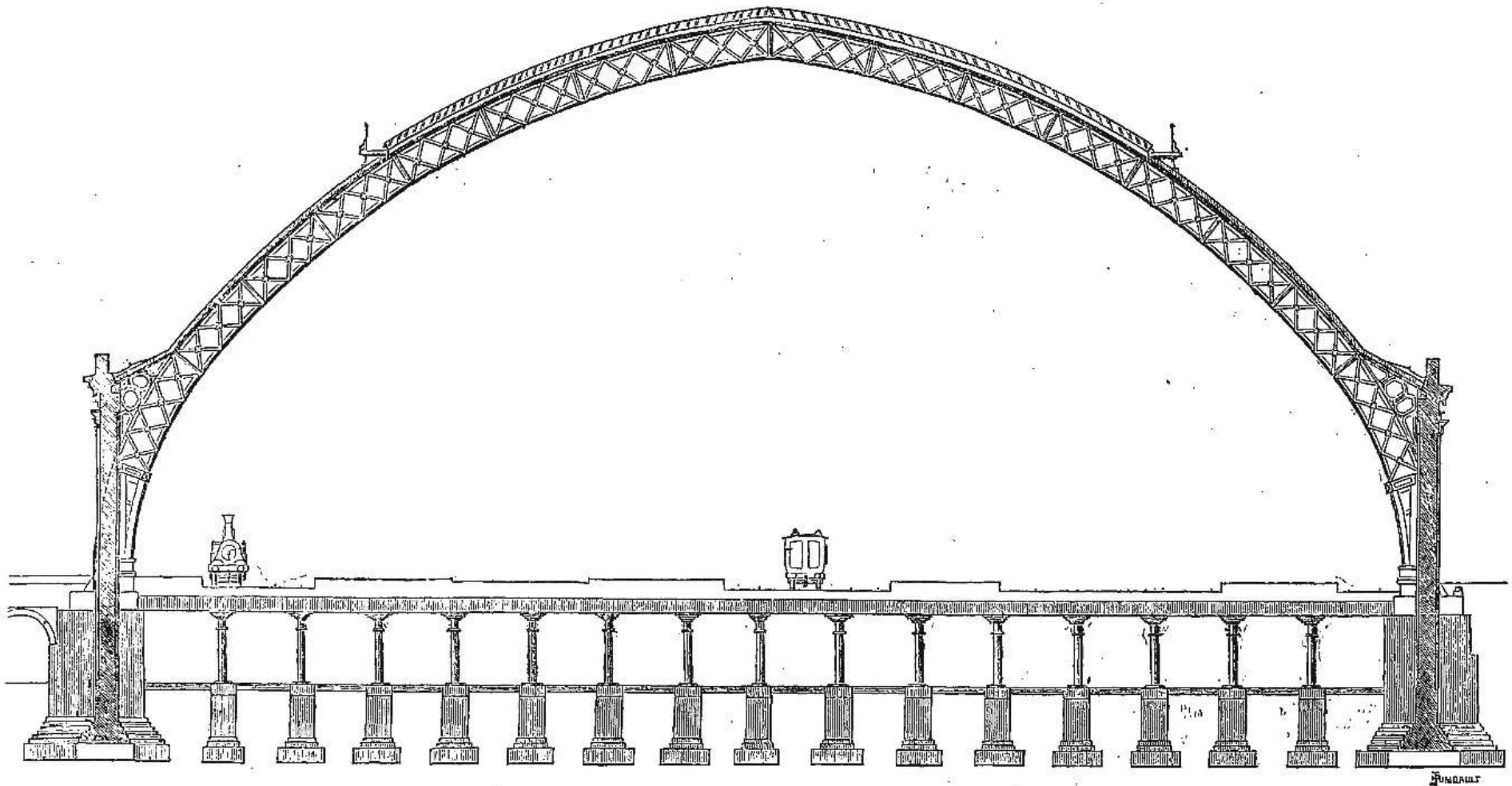
(For Description, see Page 148.)



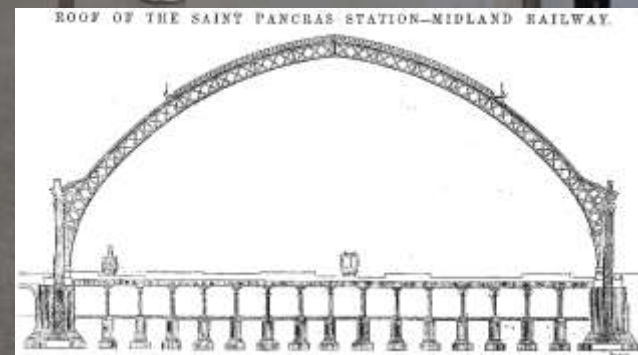
ENGINEERING, August 29, 1867.

Bahnhof St. Pancras, London (1867)

ROOF OF THE SAINT PANCRAS STATION—MIDLAND RAILWAY.



Bahnhof St. Pancras, London (1867)
(Bogen mit Zugband, William Barlow; Abb.: Engineering 1866)



Bahnhof St. Pancras, London (1867)
(Untergeschoss mit Zugband)

Die Weltausstellungen und der Eisenbau

1851 London

1855 Paris

1867 Paris

1873 Wien

1878 Paris

1889 Paris

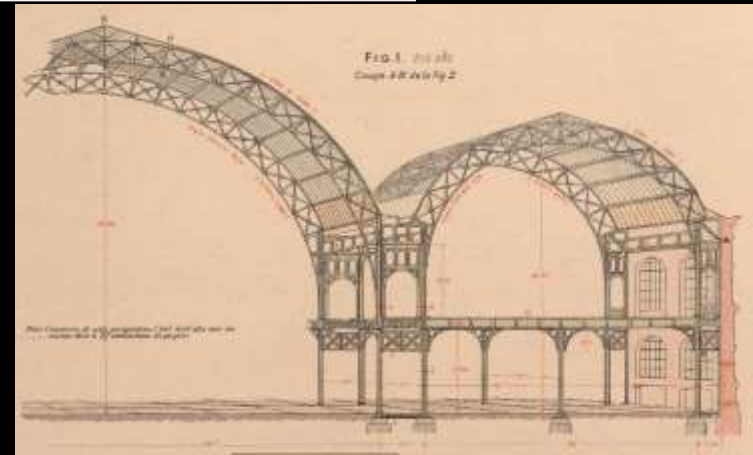
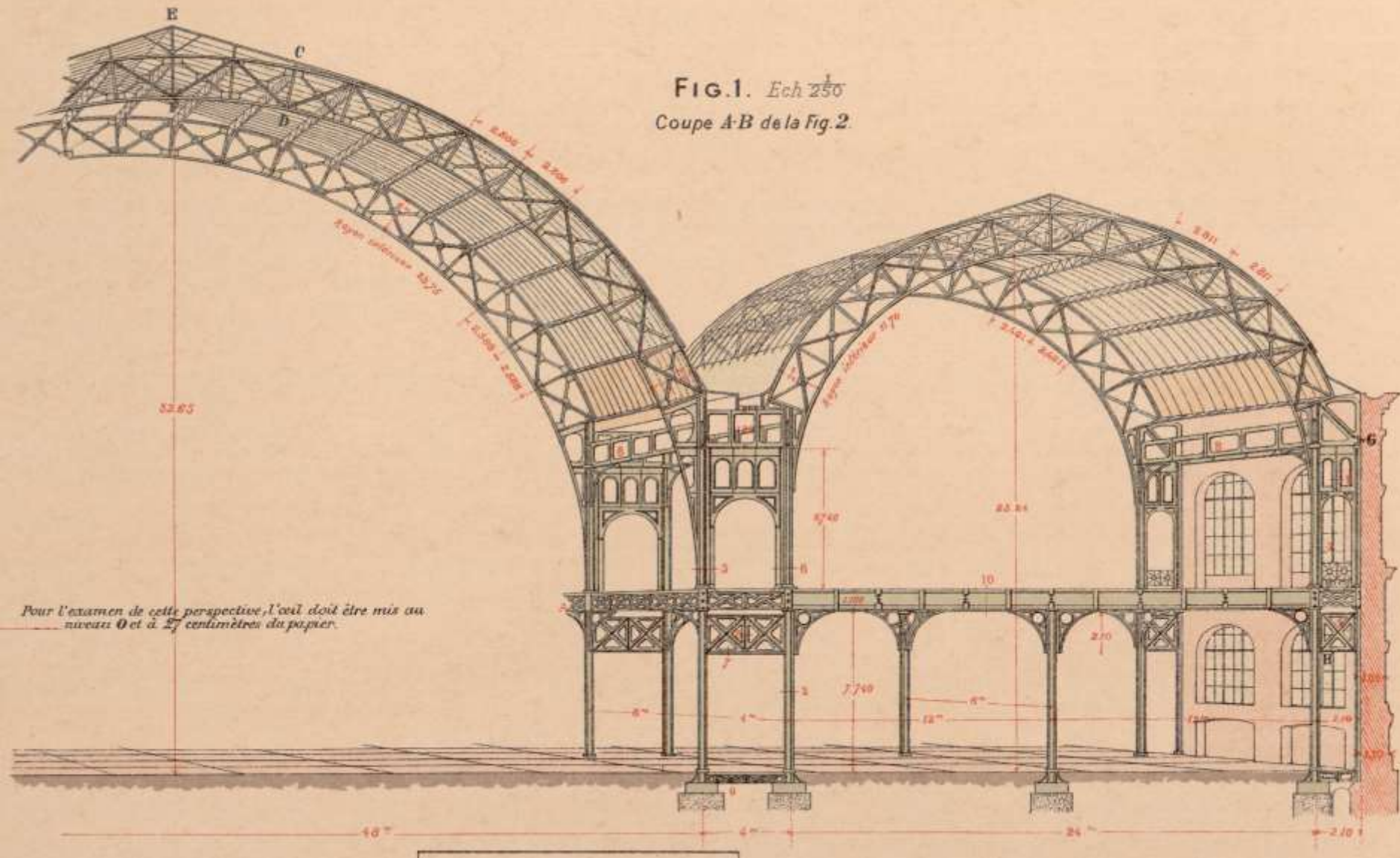


FIG.1. Ech 2/50
Coupe A-B de la Fig.2.



Weltausstellung Paris 1878: Palais de l'Industrie
(Vierendeel 1902)

Échelle de 1/1000

CHARPENTE en FER de 40° d'inclinaison du PALAIS de L'INDUSTRIE de PARIS.

par MM BARRAULT et BOUILLÉ Ingénieurs... YVES Entrepreneur... GOUIN ROGEEY, PETIT Constructeurs
Exposition universelle de 1855

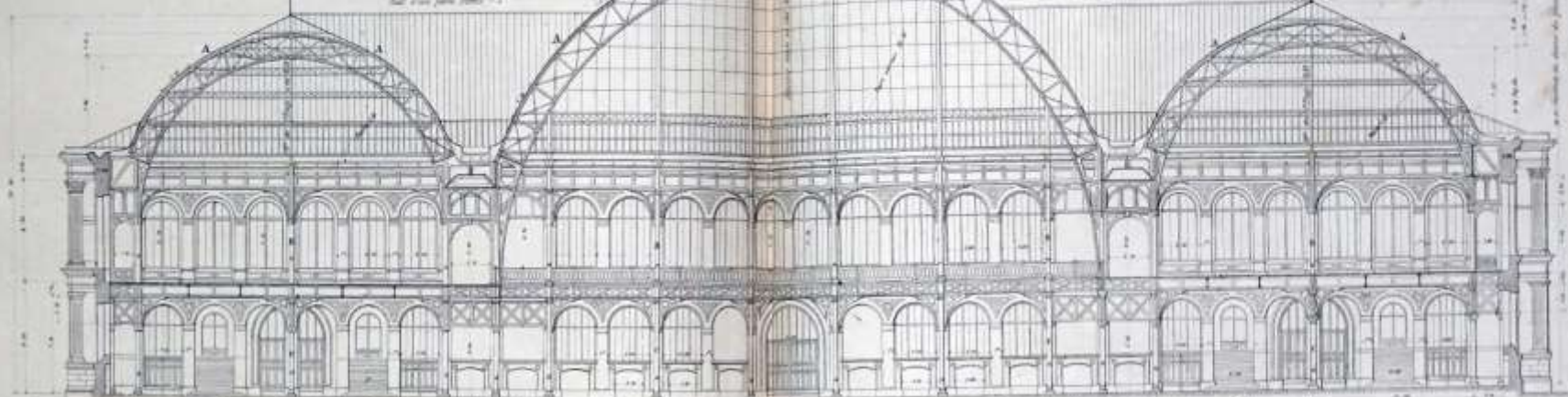
Échelle de 1/1000

PRIX TOTAL de la CHARPENTE 400,000 F
PRIX TOTAL de la CHARPENTE et de la COUVERTURE 450,000 F

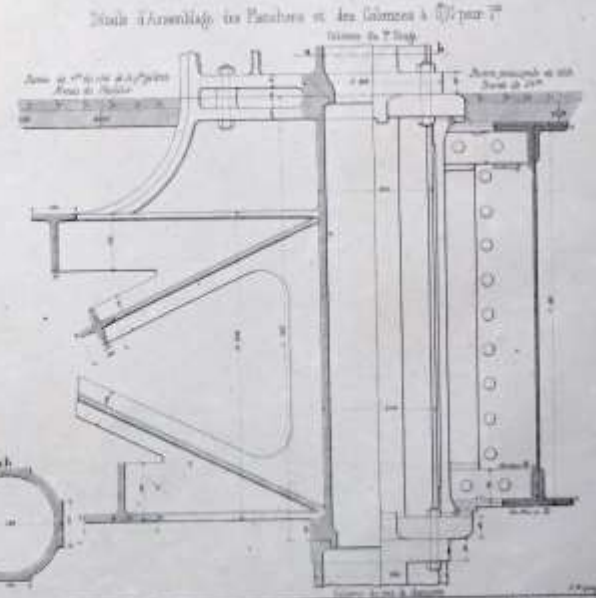
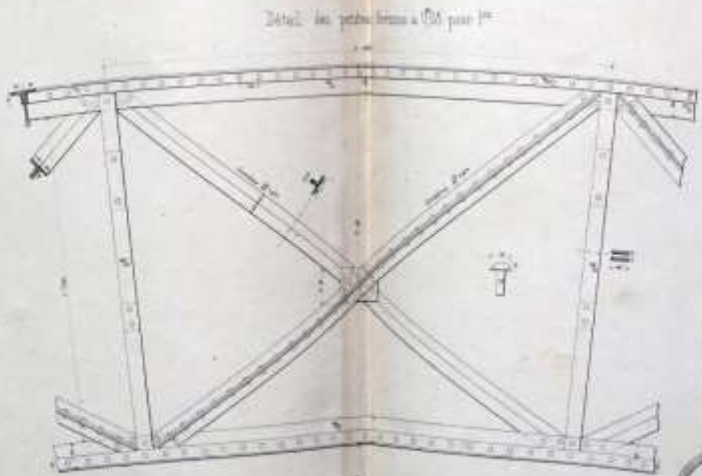
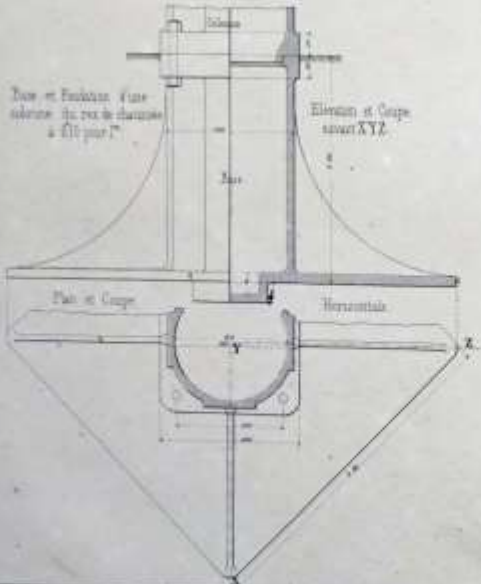
1855. Mémoire de la Société Royale et des Arts 1855.
Exposés Garnis des Grands Salons en Fer

Hauteur des poutres principales - 10' 0"
Hauteur des poutres secondaires - 5' 0"

Inclinaison des poutres - 40°
Dégagement des poutres - 2' 0"



Large table of dimensions and specifications for the roof structure, including beam heights, spans, and material specifications.



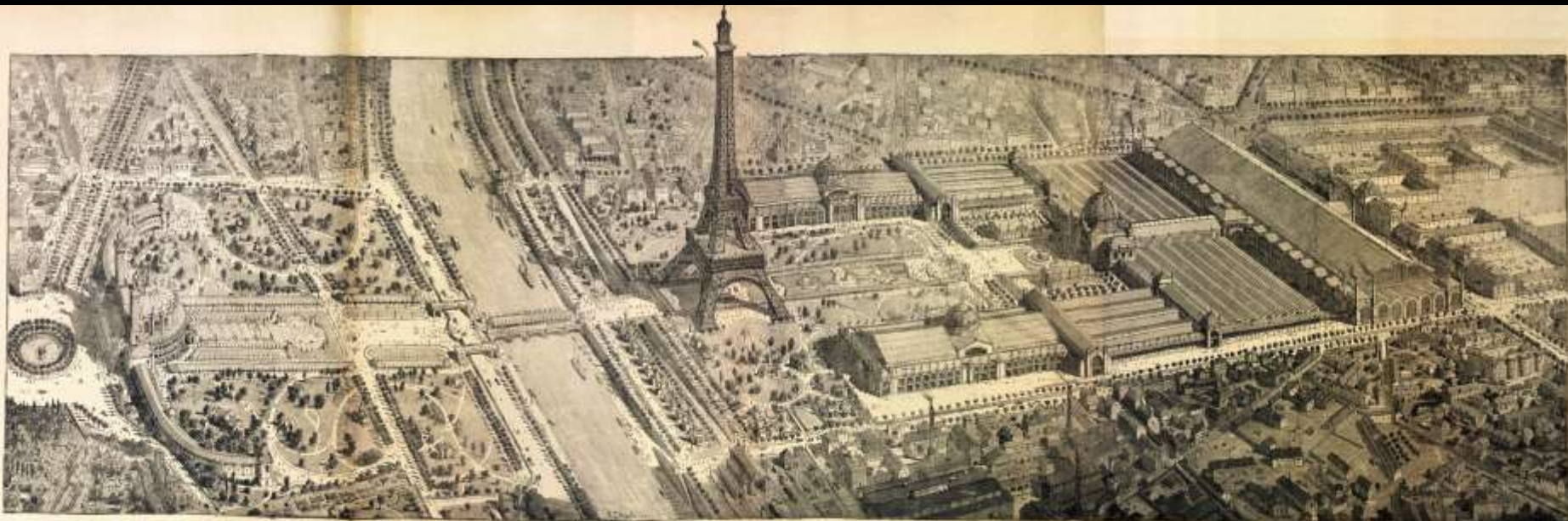
C.A. Goussier, Directeur, Rue des Deux Armes 11.

Échelle de 1/1000

50 A 50 PLANCHES avec le TEXTE pour 15 00 francs AN.
On trouve chez M. DUBOIS, 247, 40 Rue de la Harpe à Paris.

Imp. Goussier, rue des Deux Armes 11.

Weltausstellung Paris 1878: Palais de l'Industrie (Nouvelles Annales de la Construction, 1878)

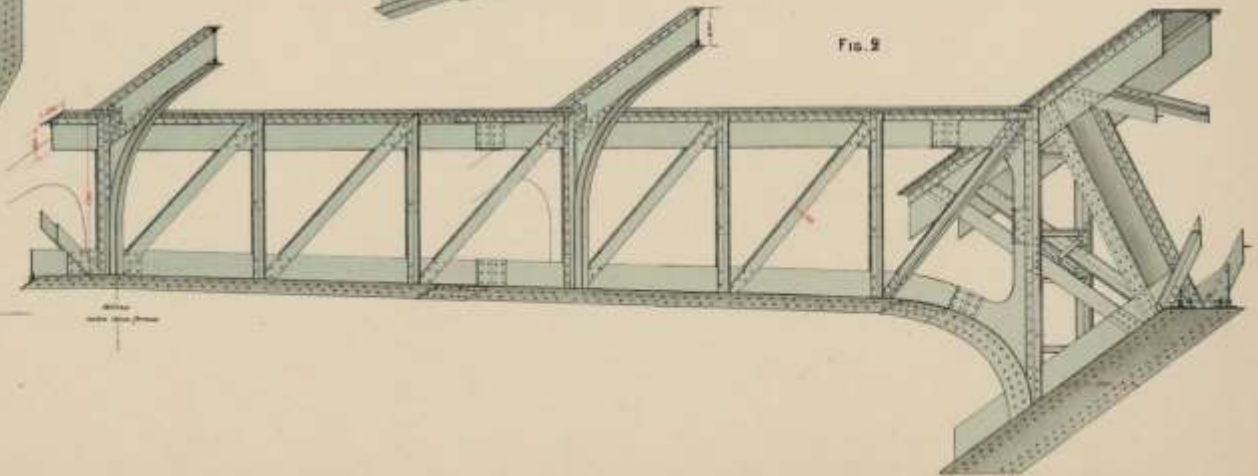
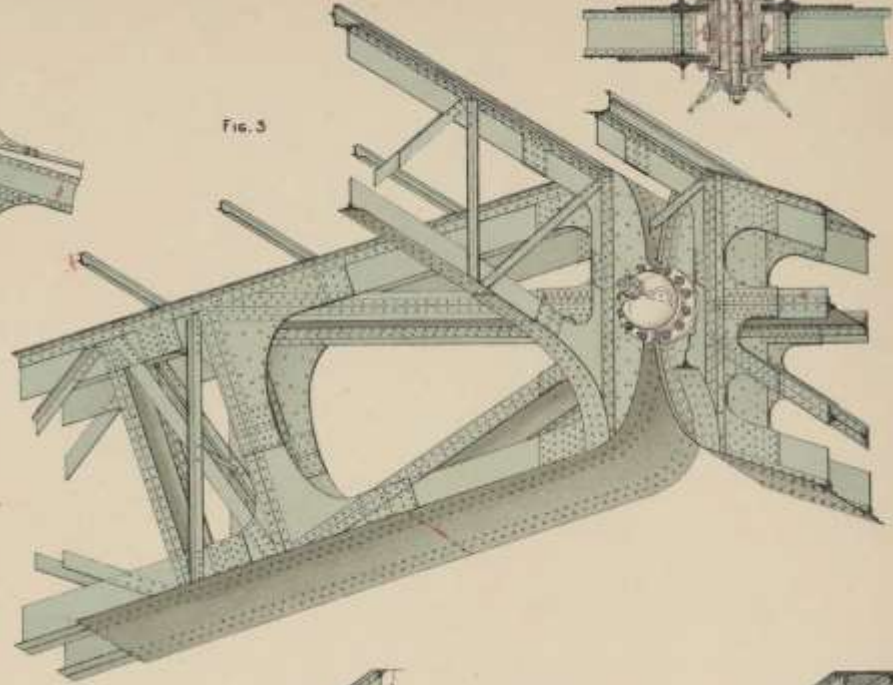
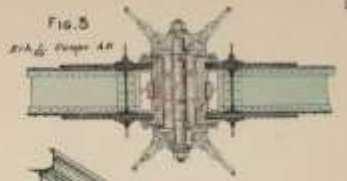
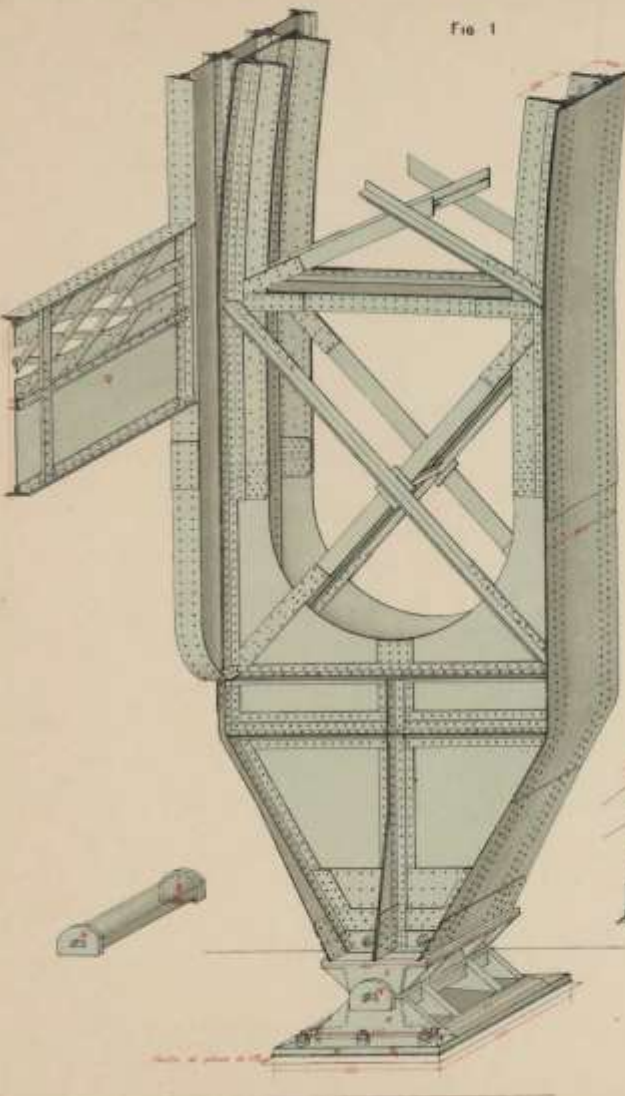


VUE PANORAMIQUE DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

Weltausstellung Paris 1889
(L'exposition de Paris, 1889)



Weltausstellung Paris 1889, Galerie des machines
(Vierendeel 1902)



Weltausstellung Paris 1889, Galerie des machines: Gelenke des Bogenbinders
(Vierendeel 1902)



Wutachbahn, Biesenbachviadukt (1890)



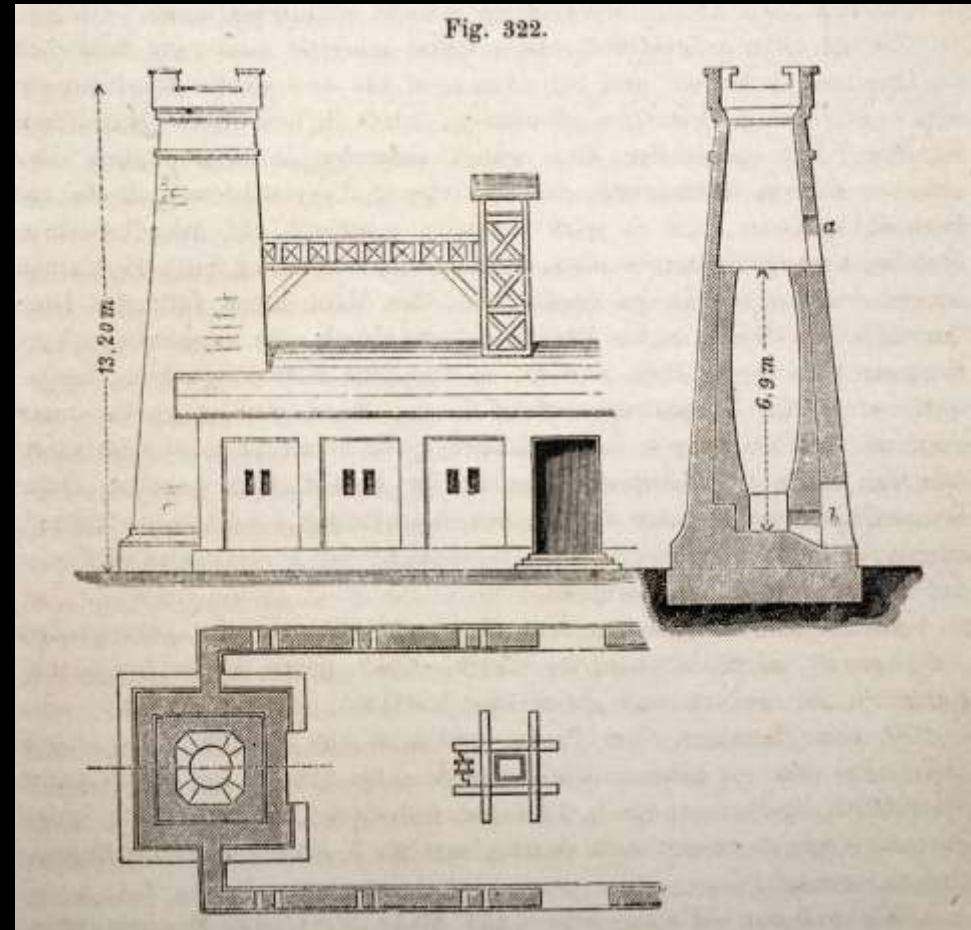
Sitterviadukt der Bodensee-Toggenburg-Bahn (1908–10, 120 m Spannweite)



Eisenbeton
1867–1914

Vom hydraulischen Kalk zum Portlandzement:

- 1791 John Smeaton:
Publikation der Untersuchungen zum natürlichen hydraulischen Kalk beim Bau des Leuchtturms Eddystone 1756
- ab 1818 Louis Vicat und Johann Nepomuk John:
gezielte Untersuchung der Zusammensetzung von natürlichem hydraulischem Kalk, Herstellung künstlicher hydraulischer Kalke
- 1824 John Aspdin:
Patent für einen künstlichen hydraulischen Kalk unter dem Namen „Portland cement“
- ab 1843 William Aspdin und Isaac Charles Johnson:
bis zur Sinterung gebrannter Zement („Portlandzement“)
- 1855 Hermann Bleibtreu:
erste deutsche Portlandzementfabriken in Stettin und Oberkassel
- 1863 Wilhelm Gustav Dyckerhoff:
Portlandzementfabrik Amöneburg b. Wiesbaden
- 1878 deutsche Normen für Zement



hochofenartiger Brennofen für Portlandzement
(Gottgetreu 1875)



Beton ohne Eisen („Stampfbeton“, „béton aggloméré“)

François Coignet (1814-88): Der Vanne-Aquädukt zur Trinkwasserversorgung von Paris, 1869-73 (Belgrand 1882)



Beton ohne Eisen („Stampfbeton“, „béton aggloméré“)

François Coignet (1814-88): Der Vanne-Aquädukt zur Trinkwasserversorgung von Paris, 1869-73

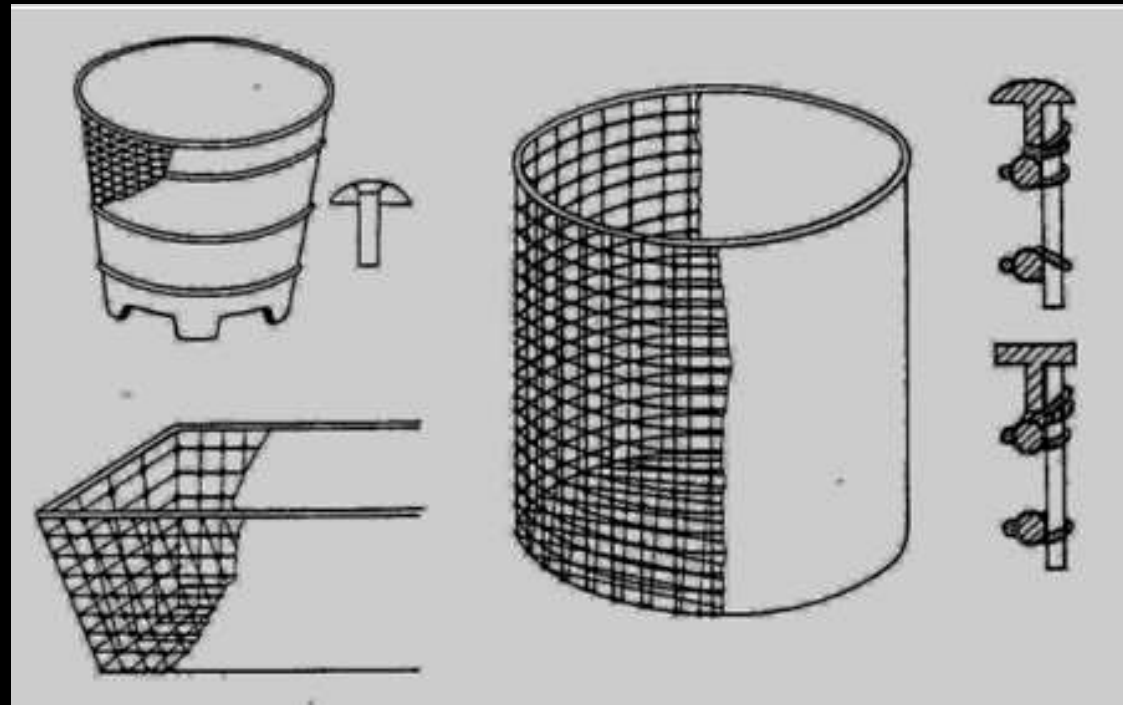


Beton ohne Eisen („Stampfbeton“, „béton aggloméré“)

François Coignet (1814-88): Der Vanne-Aquädukt zur Trinkwasserversorgung von Paris, 1869-73

Eisen im Beton

- vor 1848 Bandeisen in der Fundamentplatte der Nikolaikirche Hamburg
- 1855 Ausstellung des Lambotschen Betonbootes auf der Weltausstellung in Paris
- 1867 François Coignet zeigt auf der Weltausstellung in Paris bewehrte Betonröhren
- 1867 Joseph Monier: Patent auf bewehrte Blumenkübel



Erste Versuche zur Kombination von Zementmörtel und Eisen: Lambot und Monier

Il n'a pour être en maximum brevet de quinze ans
pris le 16 juillet 1867
par le J. Monier

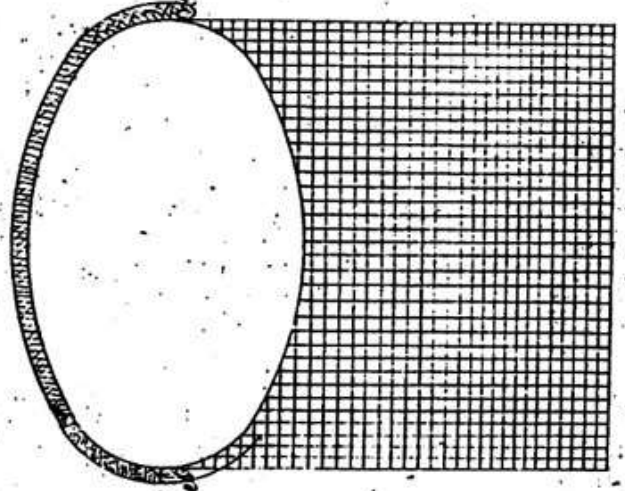
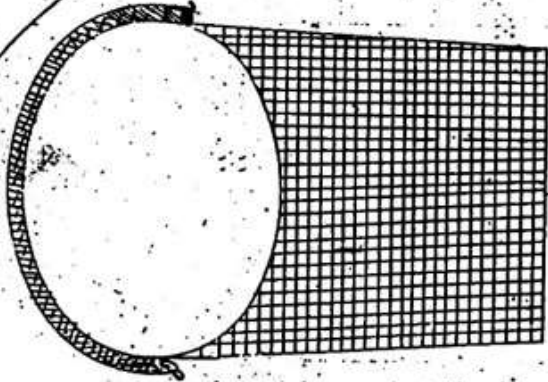
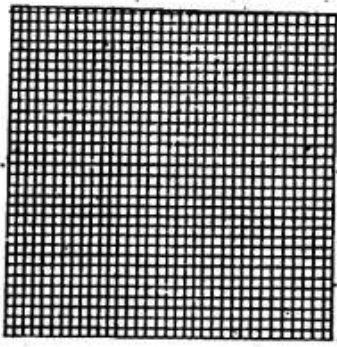
77.165 4

Original

Paris le 21 Septembre 1867.
Le Ministre Secrétaire d'Etat au Département
de l'Agriculture du Commerce et des Travaux publics
Par le Ministre
Le Directeur délégué.



Monier



N° 2 caisse carrée

N° 1 caisse-ronde

N° 3 Barjins coals

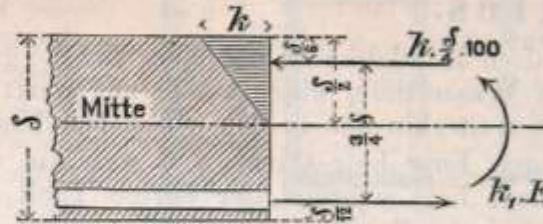
J. Monier



Eisen im Beton: Deutschland und Österreich

- 1884 Freytag & Heidschuch und Martenstein & Josseaux kaufen die deutschen Patentrechte von Monier
- 1885 G.A. Wayss übernimmt die Patentrechte für Deutschland und Österreich
- 1894 Monier-Patente werden in Deutschland frei

Für die Berechnung der Stärke der Monierschen Cementplatten mit Eiseneinlage, welche auf Biegung in Anspruch genommen werden, gewinnt man ein angenähertes Verfahren, wenn man die inneren Kräfte, welche das Widerstandskräftepaar ergeben, in der hierneben angedeuteten Weise in Ansatz bringt, wobei auf die Zugspannung des Cementmörtels verzichtet ist. Drückt man die Plattendicke δ in cm, die zulässige Druckspannung k des Cementmörtels und die gestattete Zugspannung k_1 des Schmiedeeisens in kg f. d. qcm, den Eisenquerschnitt F f. d. m Plattenbreite in qcm aus, so berechnen sich δ und F aus den beiden Gleichgewichtsbedingungen:



$$1) \quad k_1 F = k \frac{\delta}{4} \cdot 100$$

$$2) \quad k \frac{\delta}{4} \cdot 100 \cdot \frac{3}{4} \delta = M_{max}$$

worin M_{max} das größte angreifende Biegungskräftepaar bezeichnet. Für den Cement, dessen Mischung mit kiesigem Sand im Verhältniß 1:1 genommen werden muß, kann man bei mehr als zehnfacher Sicherheit $k = 20$ setzen; mit $k_1 = 750$ wird dann (abgerundet)

$$I) \delta = \frac{1}{20} \sqrt{M_{max}}; \quad II) F = \frac{2}{3} \delta.$$

Z. B. wird für eine Platte von 1,2 m Spannweite, gleichmäßig vertheilter Belastung von 600 kg f. d. qm, $\delta = \frac{1}{20} \sqrt{\frac{600 \cdot 1,2 \cdot 120}{8}} = 5,2$ cm;

$F = \frac{2}{3} \cdot 5,2 = 3,5$ qcm, also bei 6 cm Theilung der Eisendrähte Draht-

durchmesser aus Gleichung $\frac{100}{6} \frac{\pi d^2}{4} = 3,50$, woraus $d = 0,52$ cm.

Die durch die Zugkraft angestrebte Verschiebung der Eisenstäbe innerhalb der Platte wird durch die bedeutende Flächenanziehung zwischen Cement und Eisen verhindert.

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementschüttung)

in seiner Anwendung
auf
das gesammte Bauwesen.

Unter Mitwirkung namhafter Architekten und Ingenieure

herausgegeben von

G. A. Wayss

Ingenieur

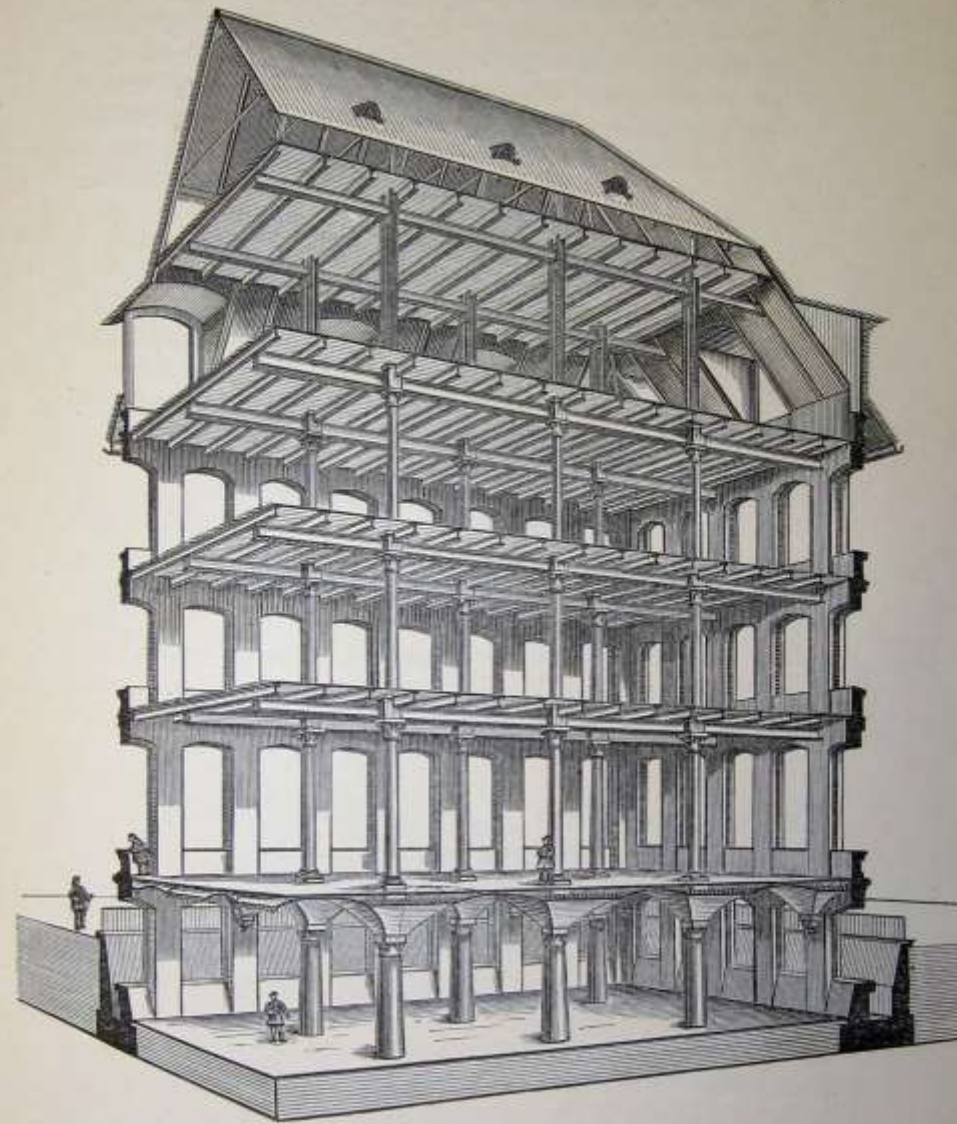
Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin N.W., Alt-Moabit 97.



Berlin 1887.

Druck von A. Seydel & Cie., Friedrichstrasse 178.



Lagerhaus mit Monier-Zwischendecken und Dach.

1887: Matthias Koenen tritt in die Firma Wayss & Freytag ein
Die „Monierbroschüre“ erscheint, u.a. mit Vorschlägen für Decken aus Eisenbeton

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementumhüllung)

in seiner Anwendung
auf
das gesammte Bauwesen.

Unter Mitwirkung kundhafter Architekten und Ingenieure

herausgegeben von

G. A. Wayss

Ingenieur

Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin N.W., Alt-Moabit 97.

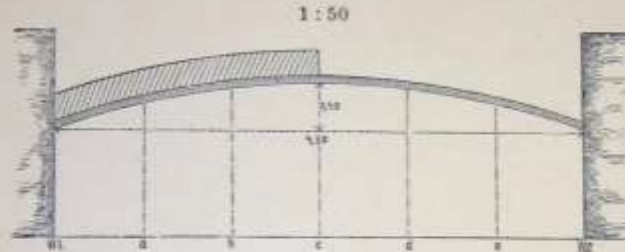
Berlin 1887.

Druck von A. Springer & Co., Verlagsbuchhandlung.

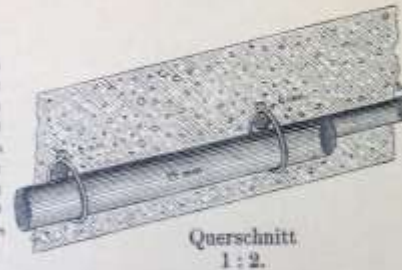
Erstes Versuchs-Objekt

nach System Monier mit einfacher Geflechtseinlage.

Breite des Bogens = 0,60 m; Stärke = 0,05 m;
Bogenrad. = 6,53 m.



Totalgew. 2847,5 kg auf 1,35 qm einseitig,
a. d. qm einseit. Last 2109 kg.



Belastungsergebnisse.

Belastungen in kg	W ₁	a	b	c	d	e	W ₂	Bemerkungen.
1646	..	-3	-2	0	+4	+2	..	Eigengewicht = 111 kg pro qm.
1813	..	-6	-6	+2	+10	+5	..	
2112,5	..	-9	-12	+2	+17	+10	..	
2538	Starke Risse.
2847,5	Bruch.

+ = Hebung; - = Senkung (in Millimeter).

Man beachte das geringe Eigengewicht der Konstruktion.

1887: „Monierbroschüre“, Belastungsversuche
(Wayss 1887)

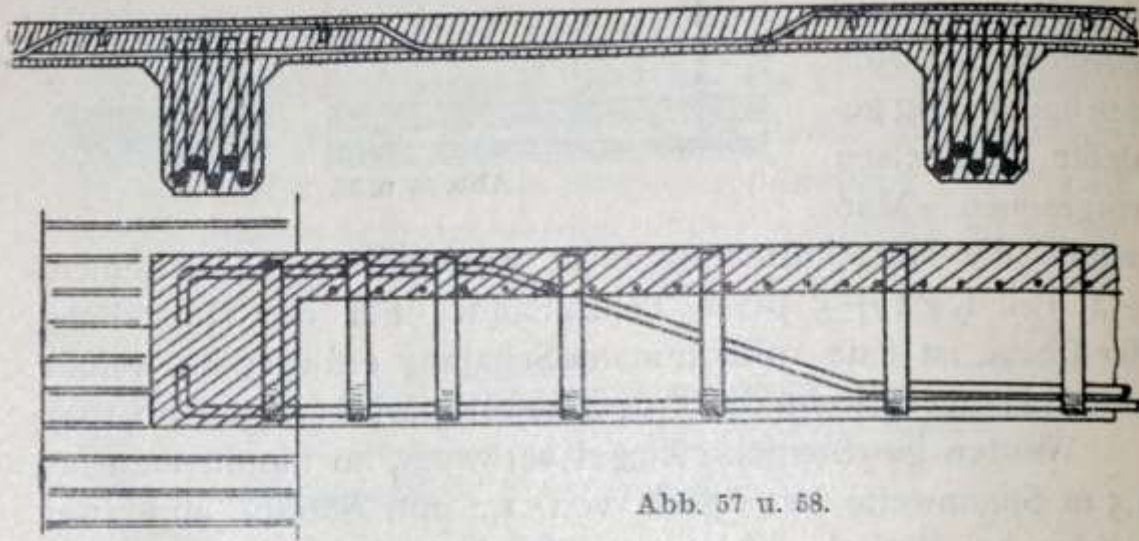


Abb. 57 u. 58.

Auftreten von Rissen an der unteren Rippenfläche verhindern. Die Abbiegung der Eisen beginnt zweckmäßig in ungefähr $l/3$ m Entfernung vom Auflager.

Bei besonders hohen Belastungen kann auch der Druckgurt bewehrt werden. Die Stäbe werden an ihren Enden, um eine gute Verankerung im Beton zu erzielen, umgebogen oder geißfußartig gespalten (Abb. 59 bis 61).

Für die Aufnahme der horizontalen Schub-

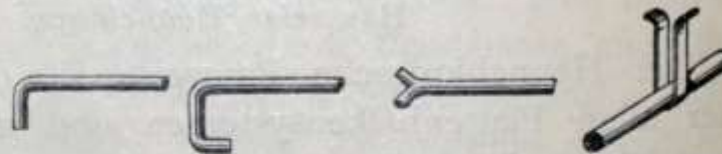


Abb. 59 bis 61.

Abb. 62.

kräfte sind Flacheisenbügel vorgesehen (Abb. 62), die nach den Auflagern hin, entsprechend der Zunahme der Schubkräfte, enger zusammengelegt werden müssen. Solche Bügel bieten

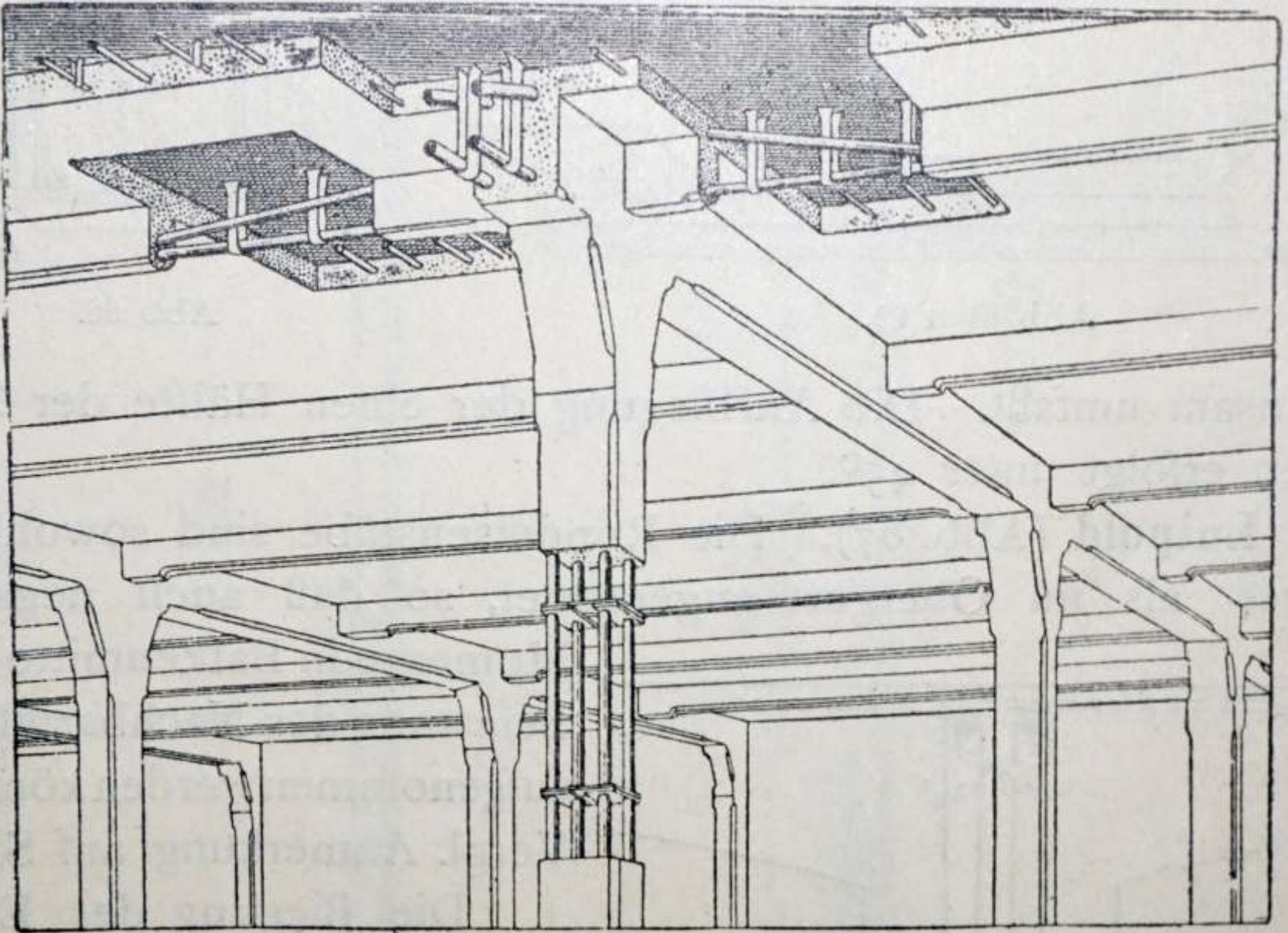


Abb. 63.

Monolithisches Stahlbeton-Gesamtsystem von François Hennebique
(Kersten 1908)



LE BÉTON ARMÉ

ORGANE

des Agents et Concessionnaires

DU SYSTÈME HENNEBIQUE

Paraissant de 30 de chaque mois



DIRECTION ET RÉDACTION :

1, Rue Danton, Paris (VI^e arrondissement).

Toutes les communications et envois doivent être adressés au Bureau de la Rédaction

1, RUE DANTON, PARIS (VI^e arrond.)

TELEPHONE 420-47

COMITÉ DE RÉDACTION :

- GROUSSELLE, à Paris;
- AUBERTIN, à Dijon;
- GRIFFON, à Nancy;
- MOTTEL, à Lille;
- BONDUELLE-MARTINEAU, à Cognac;
- DE MOULINS, à Lausanne;
- OSERFANT, à Saint-Quentin;
- MENIER-DUCASTEL, à Neuilly-sur-Seine.

P. GALLOTTI

RÉDACTEUR EN CHEF



ABONNEMENTS :

FRANCE 20 fr. PAR AN
UNION POSTALE 25 fr.

Prix de l'Année parus 30 fr.



PLUS D'INCENDIES DESASTREUX

PLUS D'INCENDIES DESASTREUX

Plus d'incendies désastreux

BÉTONS ARMÉS système HENNEBIQUE

à l'approuvé de feu, brevets S. G. D. G.

ÉTUDES, PLANS ET DEVIS SUR DEMANDE

BUREAU TECHNIQUE CENTRAL

PARIS, 1, Rue Danton (VI)

TELEPHONE 420-47

TELEGRAMME : Hennebique-Paris



Les listes de 1899-1900, 1911 et des renseignements gratuitement à soit à notre bu à nos différents dont les adresses

Ces chiffres peuvent fournir étude. Les ingénieurs calculs et de la sérieux dans ce

Dans l'année Prague, V. Le développement de bureaux ne que nous disposons les plus sérieux

Les personnes désignées de nos directement à. remise de projets frais ni engage pouvant servir à

Nombre TRAVAUX EXÉCUTÉS

En 1893 . . .	6
En 1894 . . .	11
En 1895 . . .	62
En 1896 . . .	127
En 1897 . . .	290
En 1898 . . .	473
En 1899 . . .	827
En 1900 . . .	1129
En 1901 . . .	1229
En 1902 . . .	1341
En 1903 . . .	1501
En 1904 . . .	1721

RELEVÉ

DES

TRAVAUX EXÉCUTÉS

ANNÉE 1903

Nombre

TRAVAUX EXÉCUTÉS

En 1893 . . .	6
En 1894 . . .	11
En 1895 . . .	62
En 1896 . . .	127
En 1897 . . .	290
En 1898 . . .	473
En 1899 . . .	827
En 1900 . . .	1129
En 1901 . . .	1229
En 1902 . . .	1341
En 1903 . . .	1501
En 1904 . . .	1721

MAISON RUE CLAUDE-CHAHU

MM. KLEIN et Fils, Architectes.



FIG. II. — Vue extérieure après achèvement.

MAISON RUE CLAUDE-CHAHU

M. ROQUERRE, Entrepreneur.

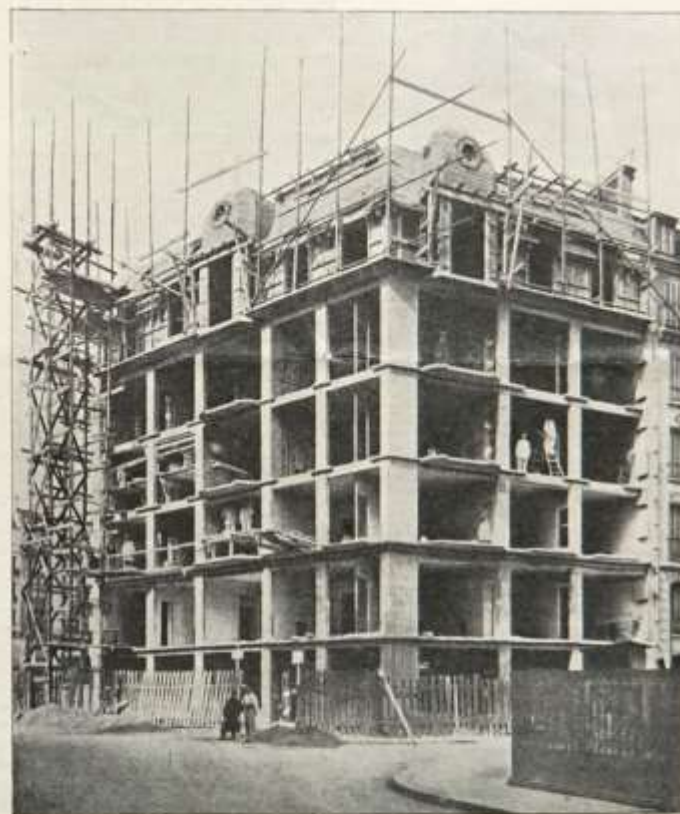


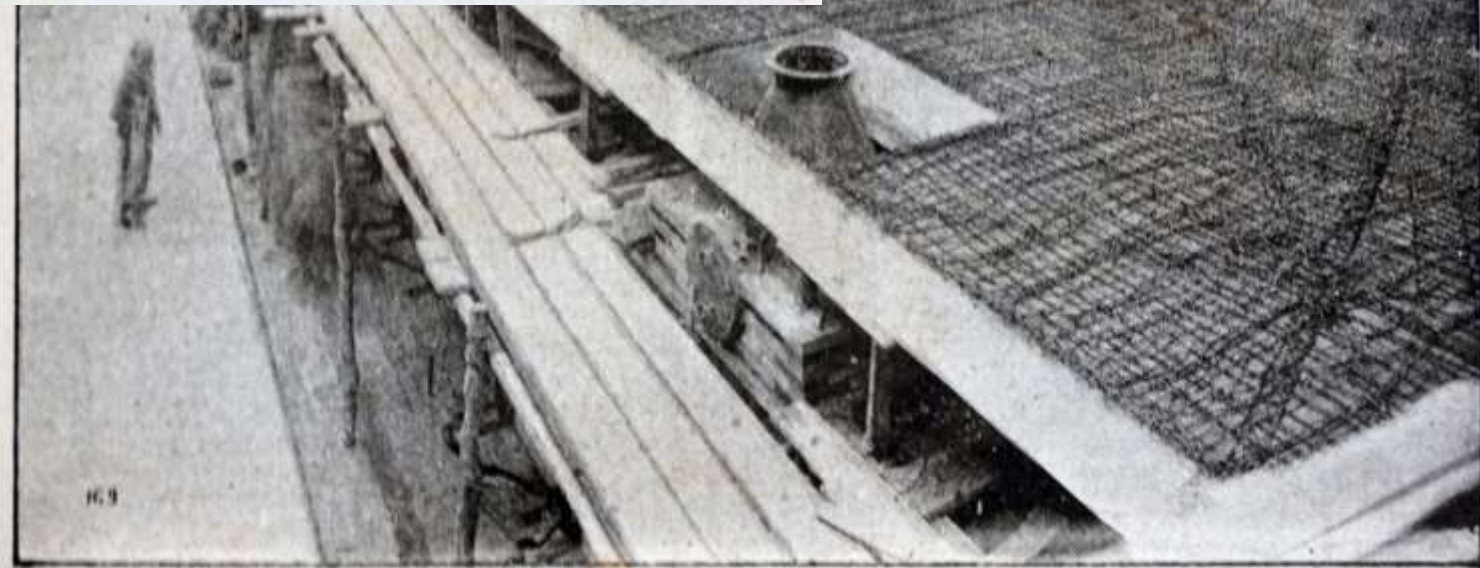
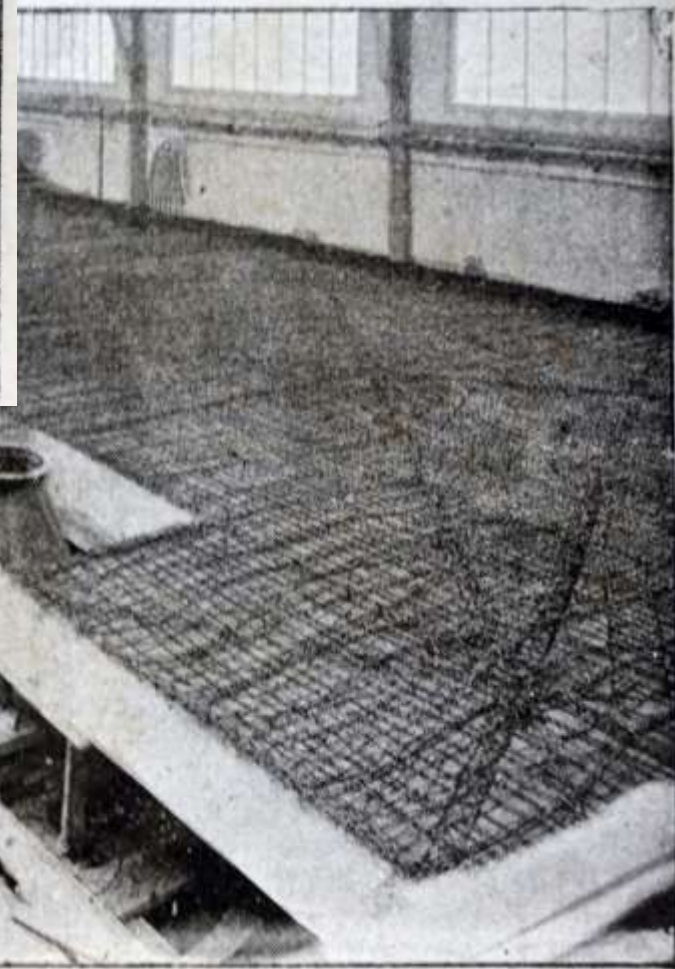
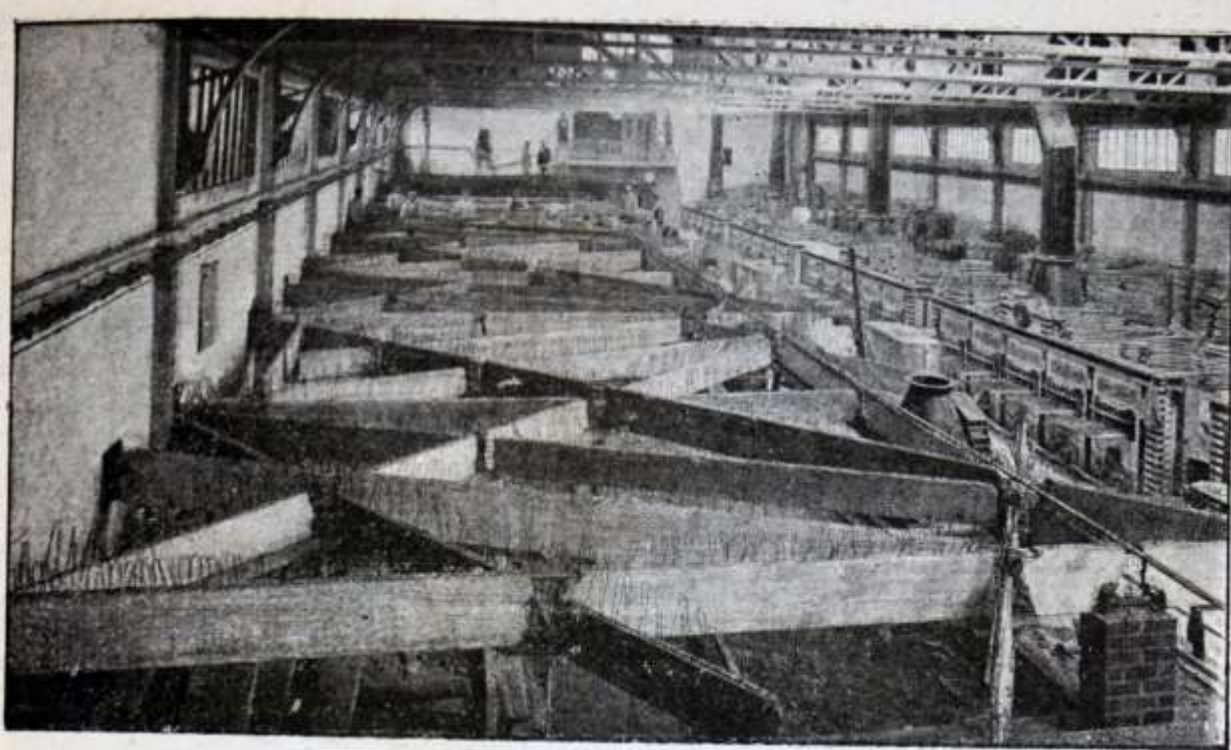
FIG. I. — Ossature en Béton Armé.



Hennebique
Lagerhaus Thurn & Taxis, Brüssel (1904-06)



Hennebique: System Stütze-Unterzug-Platte
Lagerhaus Thurn & Taxis, Brüssel (1904-06)



französische Patente für Bauteile, 1880-1900: Cottancin – Platte auf Unterzügen
(Berger/Guillerme 1902)



Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)



Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)
Krypta mit Flachdecke (Berger/Guillerme 1902)

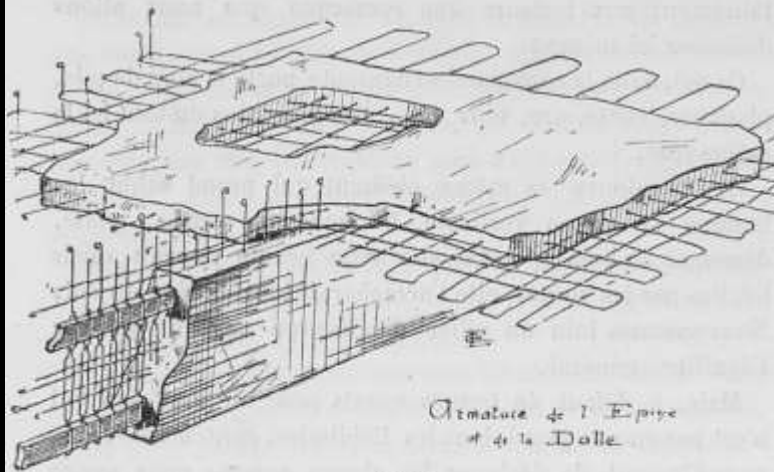


Fig. 4.

L'épine est également constituée par une maille, mais qui se relie à deux fers méplats, de dimension variable, placés en haut et en bas de l'épine et qui courent parallèlement à celle-ci. La résistance se traduit par la hauteur de l'épine et par la maille que l'on tresse aussi serrée qu'il est nécessaire. La maille se relie du côté de la dalle par chaque boucle que viennent traverser les fils de la maille de la dalle, avant le coulage de celle-ci. L'épaisseur totale reste toujours de 0^m,07.

Mais, se dira-t-on, en quoi le ciment, étant comme la pierre et le plâtre une matière qui ne présente pas par elle-même de résistance à l'extension, en quoi le fer le rend-il si fort ?

L'explication en est simple :

Examinons une épave par elle-même : lorsqu'elle travaille à la flexion, les fibres neutres se relâchent sans charges de

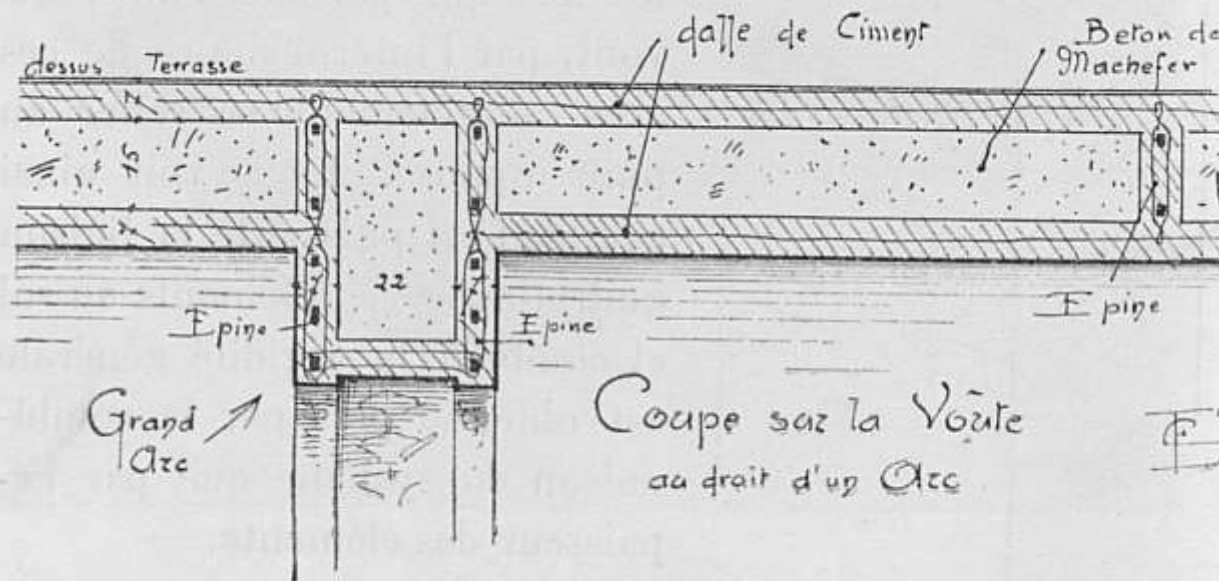


Fig. 5.

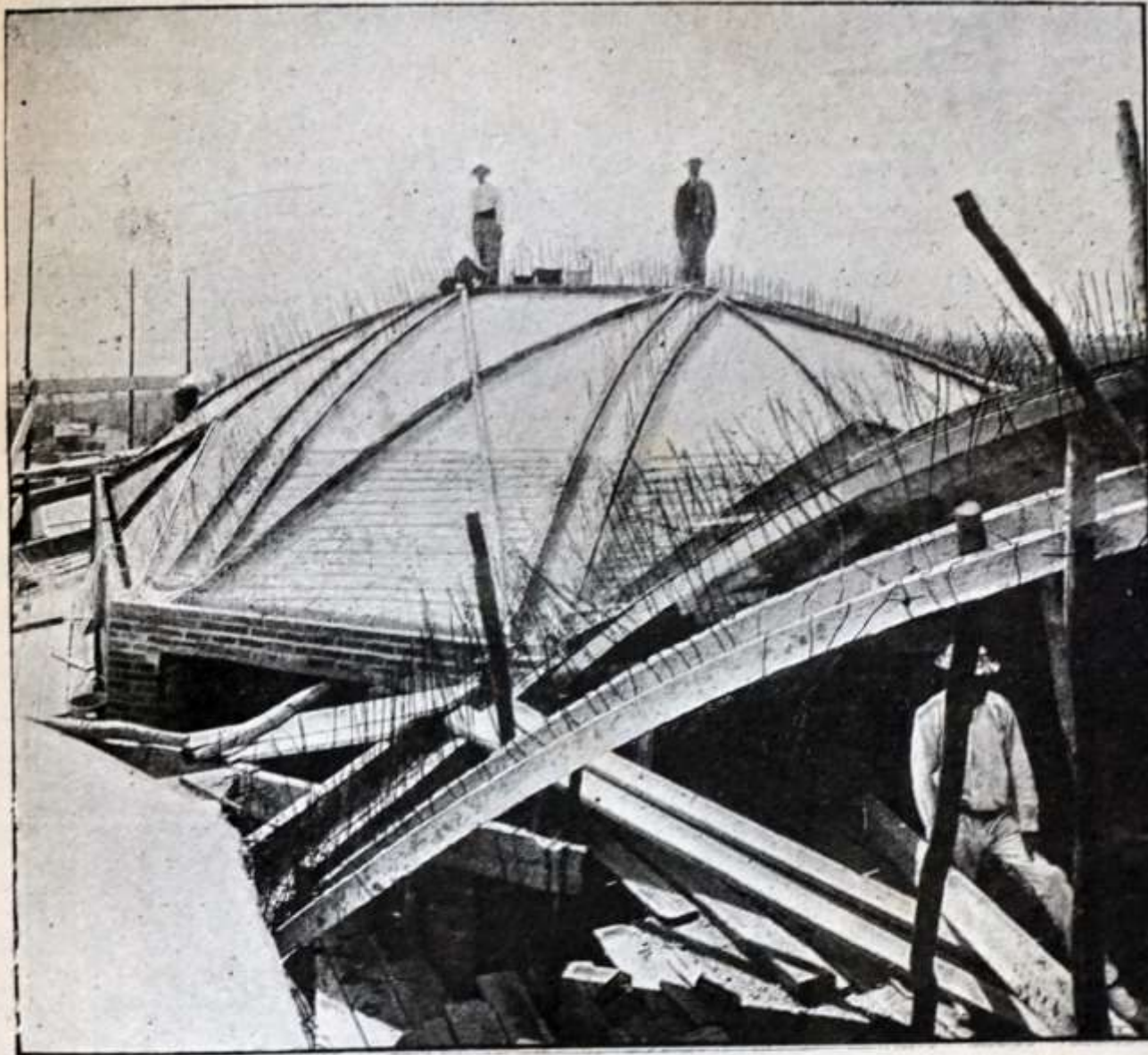
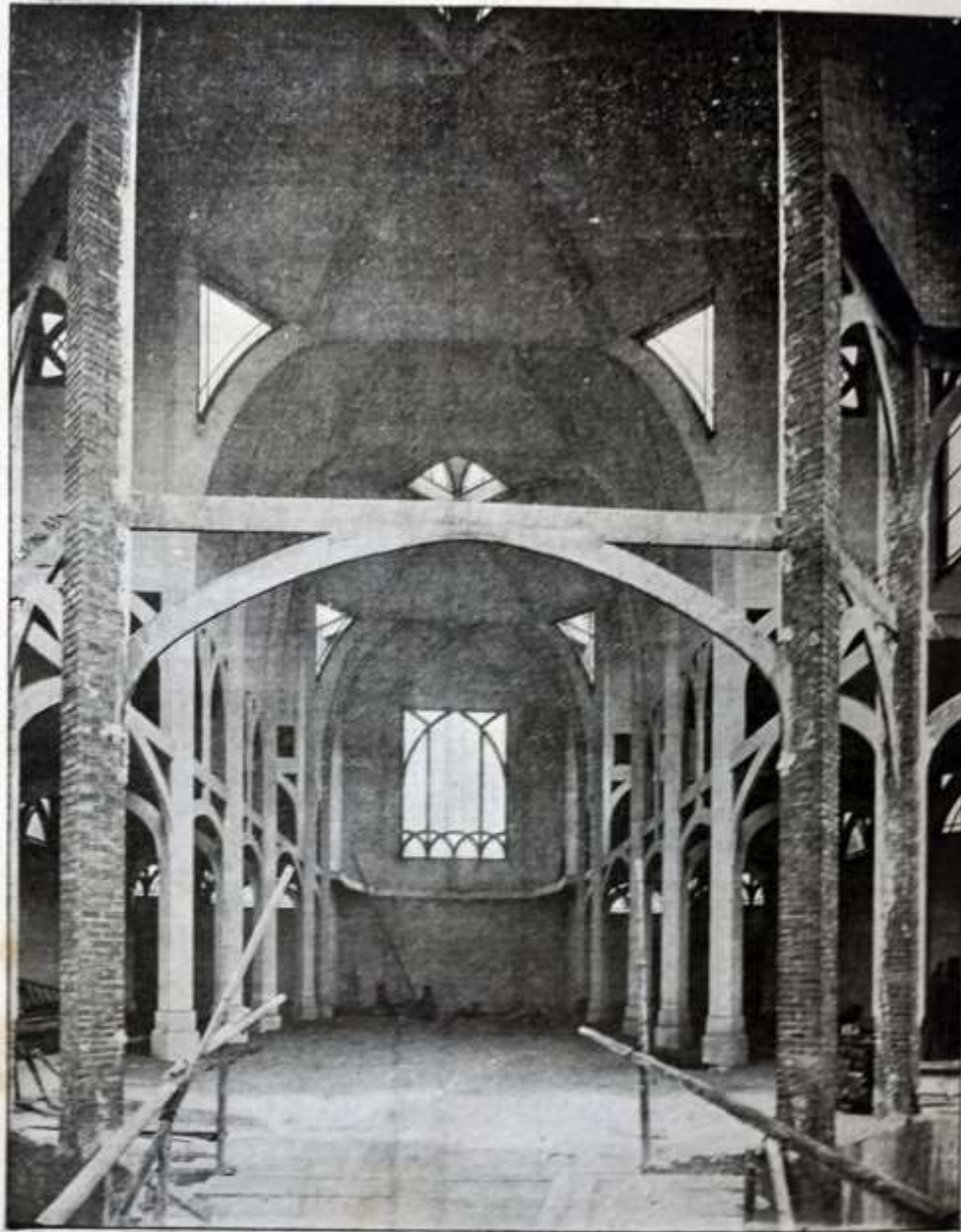


FIG. 467.

Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)
Gewölbe (Berger/Guillerme 1902)



Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)
Rohbau (Berger/Guillerme 1902)



Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)
System Cottancin

Le long des piles, les planchers, les épines de ces plan-

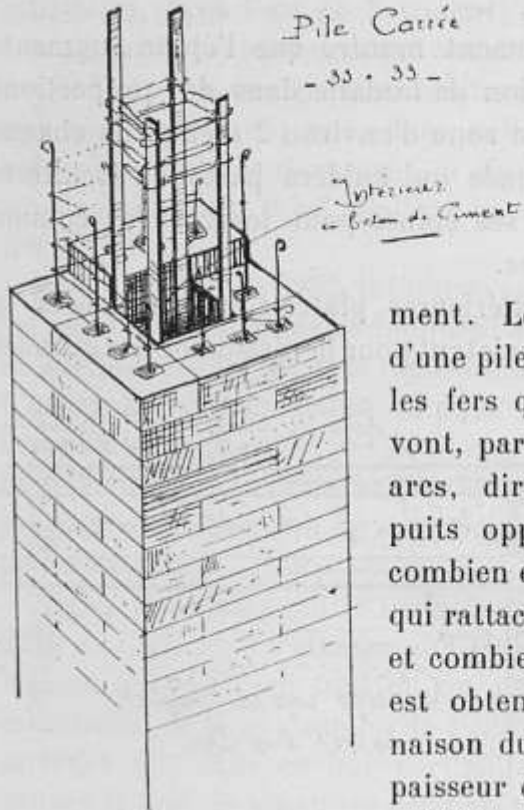


Fig. 2.

chers, les galeries, les balustrades, les arcatures, les voûtes n'en sont qu'une gigantesque ramification par la continuité du métal et la soudure du ciment.

Les grands arcs, allant d'une pile à celle correspondante, les fers qui partent d'un puits vont, par l'intermédiaire de ces arcs, directement se relier au puits opposé. L'on voit ainsi combien est puissante la liaison qui rattache ces éléments au sol et combien la rigidité générale est obtenue plus par la combinaison du système que par l'épaisseur des éléments.

Cette explication suggèrera cer-

entre eux et avec toute l'armature du noyau central.

Les murs n'ont aucune fonction au point de vue support. Ils ne sont qu'un cloisonnement servant à clore l'édifice, et en même temps à raidir les piles après lesquelles ils s'accrochent et portent entièrement. Ils sont constitués de deux parois séparées par un vide isolateur (fig. 3) pour la température.

La paroi extérieure a 11 centimètres, l'intérieure 7 centimètres et le vide 7 centimètres également. Le mur, en tout, a 0 m. 30 de largeur. Les briques sont placées

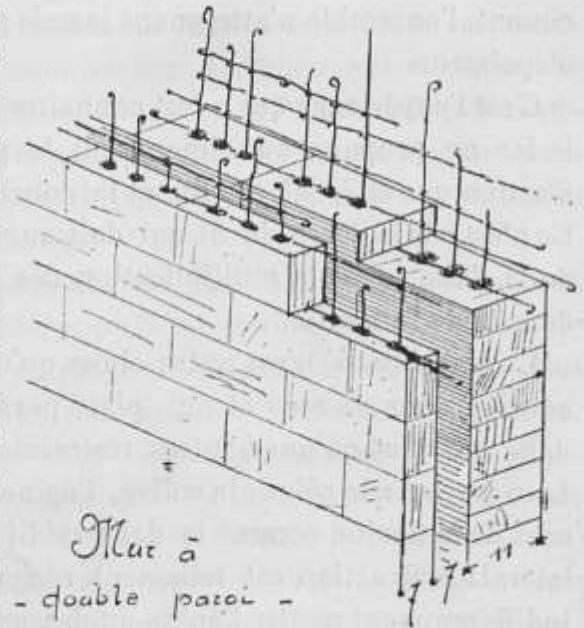
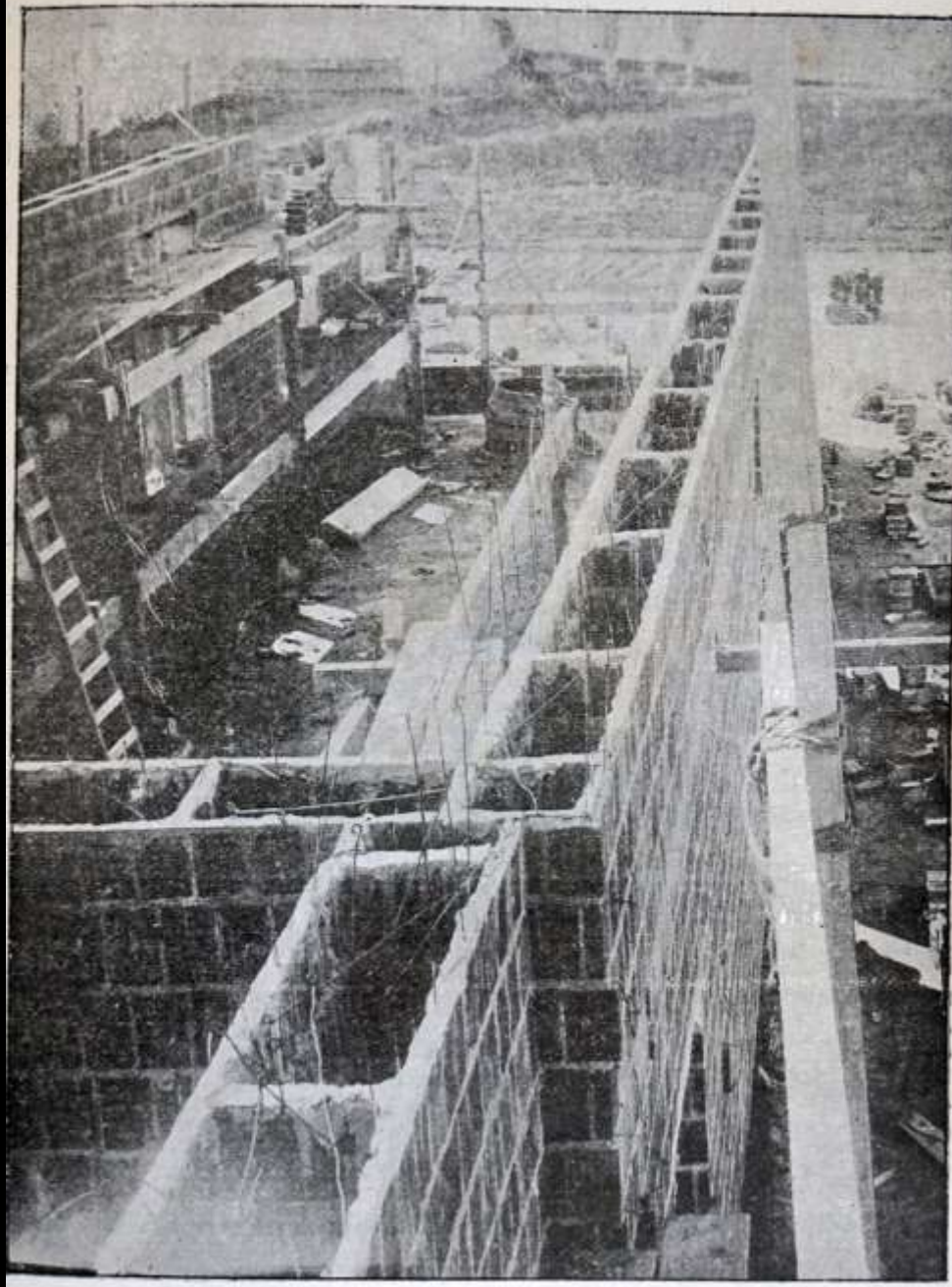


Fig. 3.



französische Patente für Bauteile, 1880-1900: Cottancin – bewehrtes Mauerwerk aus Hohlziegeln
(Berger/Guillerme 1902)



Paris, Saint-Jean de Montmartre (Anatole Baudot, 1894-1904)
Anwendungen der Cottancin-Bauteile



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08)



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08)



Breslau, Markthalle (Plüddemann/Küster, 1906-08)



Breslau, Jahrhunderthalle (Max Berg, 1911-13)



Breslau, Jahrhunderthalle (Max Berg, 1911-13)