

Salginatobel Bridge (1928-29) from Robert Maillart, static drawing first working-drawing.

# Drawing Structures

Civil 126- GC Autumn 2025

Dr. Patricia Guaita, Architect  
Lecturer ENAC EPFL  
10th Sep 2025

Introduire aux étudiants de première année les techniques de dessin de base : croquis, plan, coupe, élévation et axonométrie.

À partir de ces techniques, approfondir les méthodes de dessin analytique, permettant d'explorer les projets, les concepts structurels et leurs solutions.

## **Outils traditionnels de conception et fabrication pour l'architecte et l'ingénieur**

### **dessins**

faciliter le processus de conception / médiation d'idées

faciliter le processus physique de la production



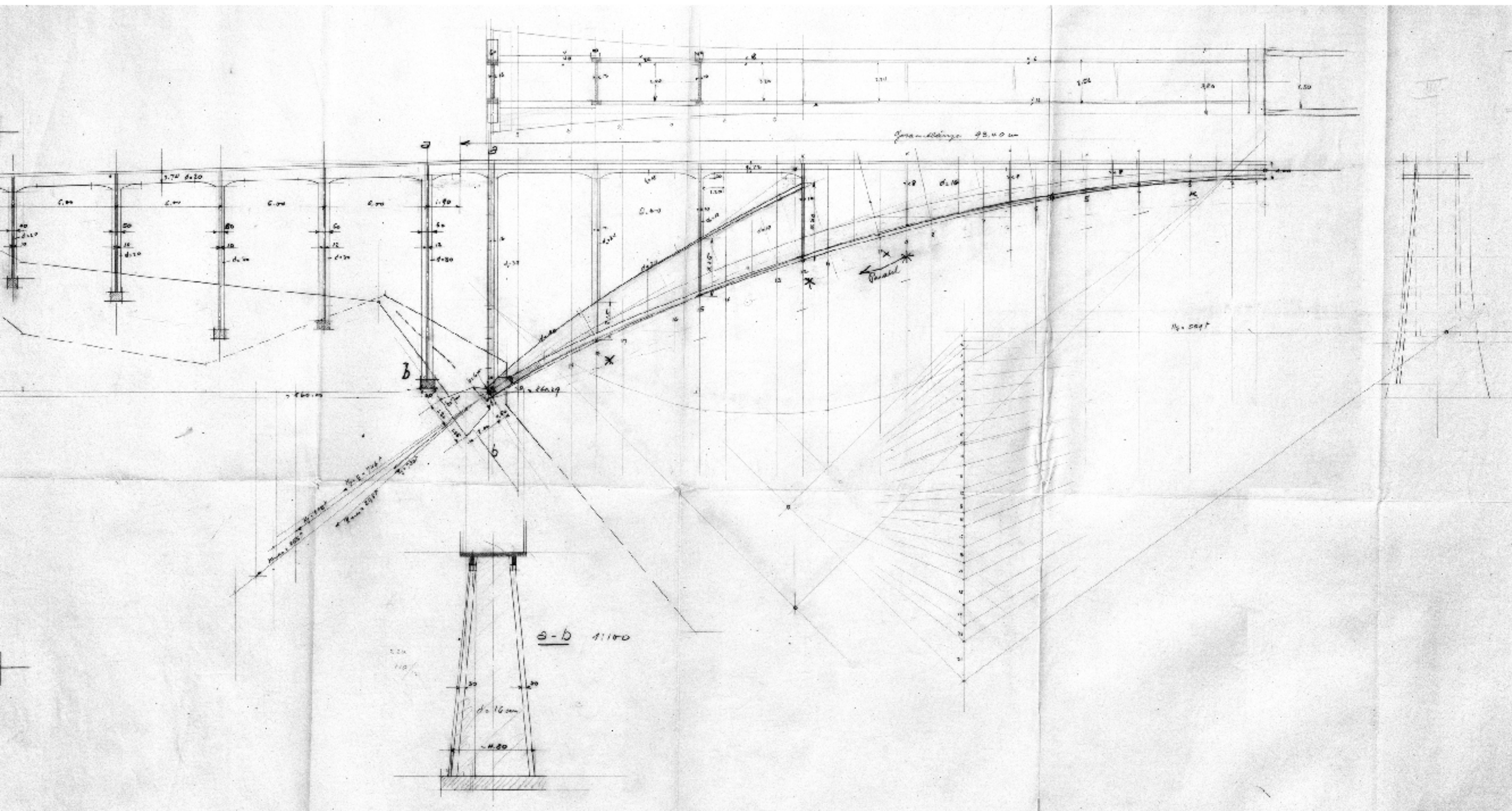
*A perspective view of one frame of the centring to Waterloo Bridge; a.a. being a bridle of the second frame.*

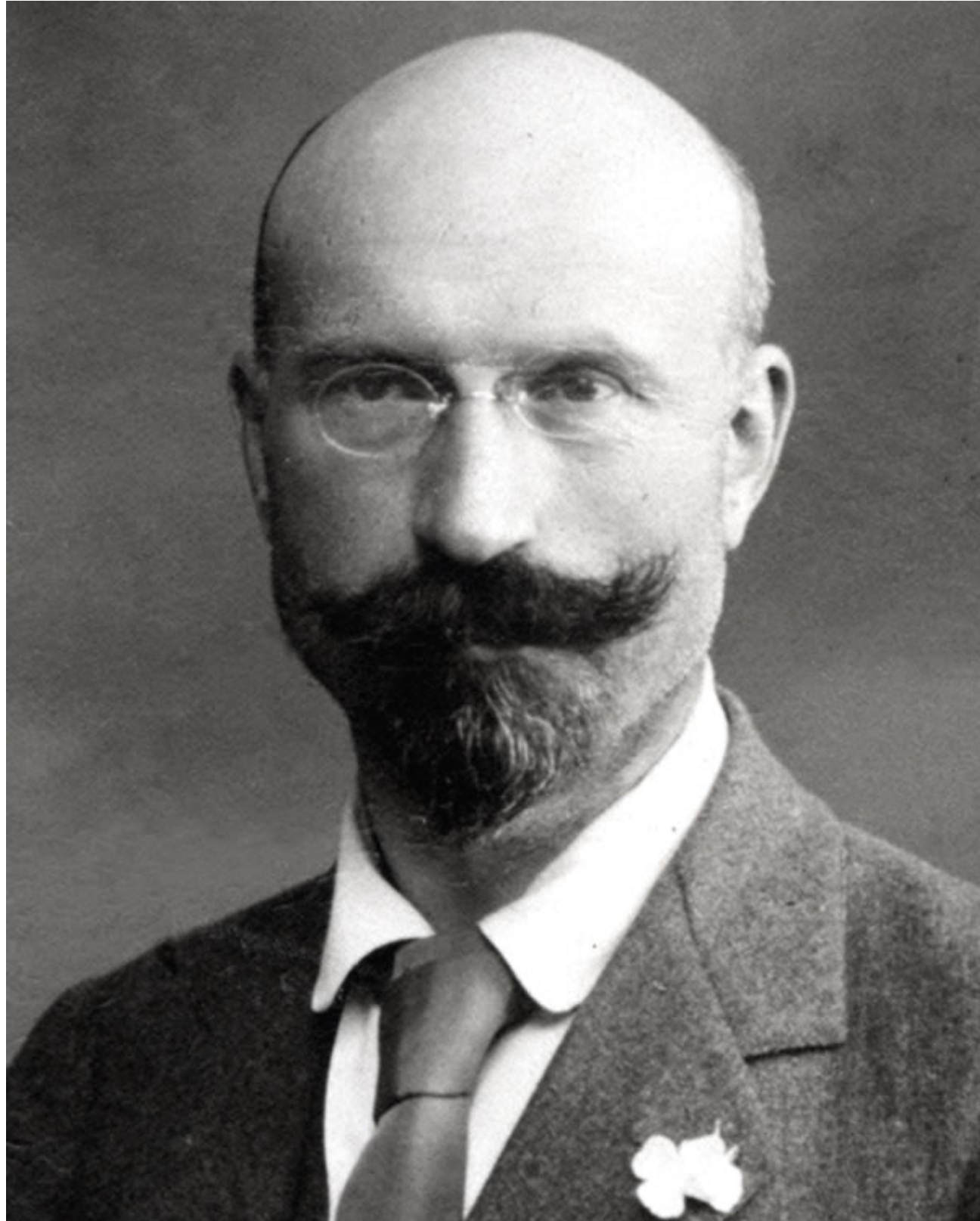
*From Nicholson's Carpenter & Joiner's Assistant*

*J. Neville draughtsman*

Peter Nicholson (1765-1844) , The New Practical Builder & Workman's Companion; J Neville, draughtsman, A perspective view of one frame of the centring, Waterloo Bridge, United Kingdom (UK), c. 1815, Pen and ink on wove paper, 165 x 240 mm, Drawing Matter org.

Salginatobel Bridge (1928-29) from Robert Maillart, static drawing first working-drawing.



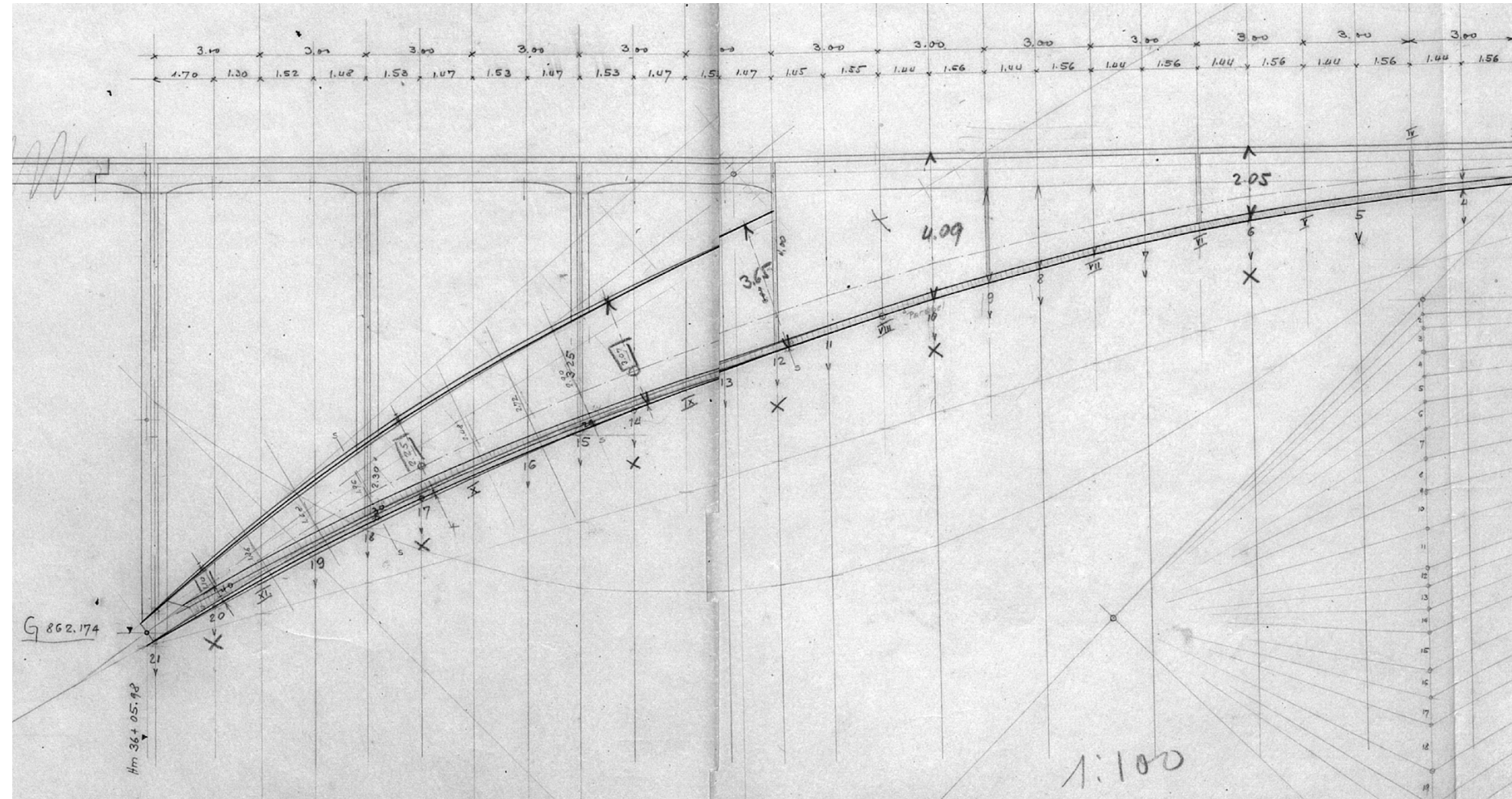


**Robert Maillart (1872–1940)** était un ingénieur civil suisse, diplômé de l'ETH Zurich en 1894, considéré comme un des pionniers dans l'utilisation du béton armé en construction.

Il a transformé la conception des ponts en combinant l'arc, le tablier et les parois de rigidification en une seule entité monolithique, économique et esthétique

## Importance des dessins d'ingénieur

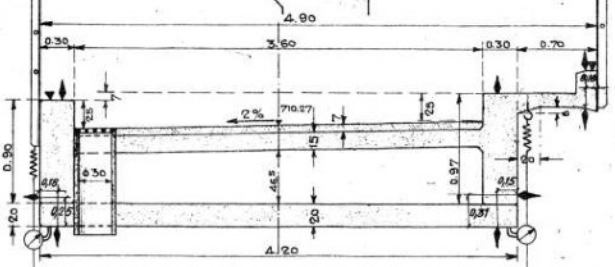
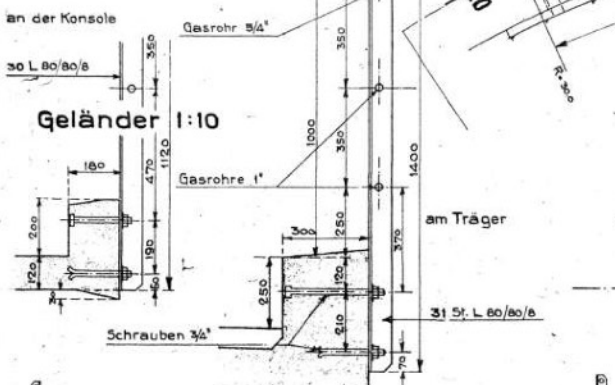
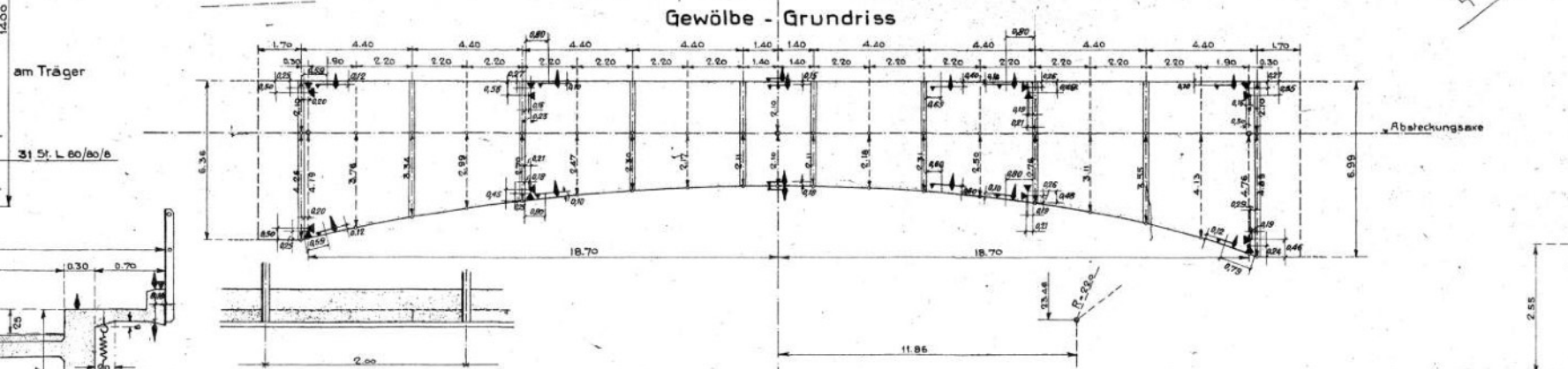
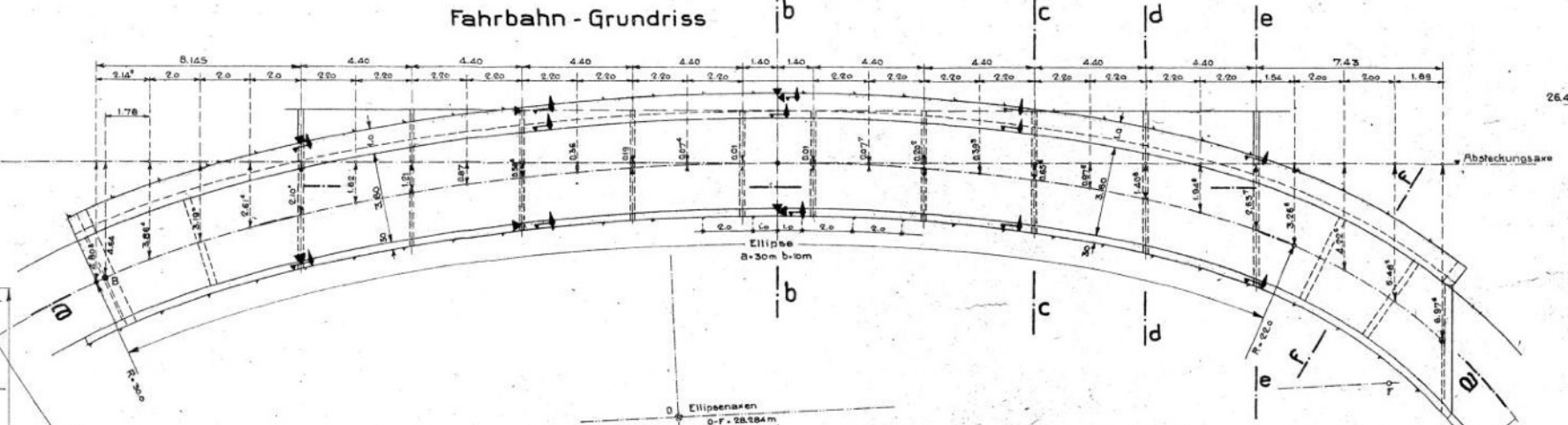
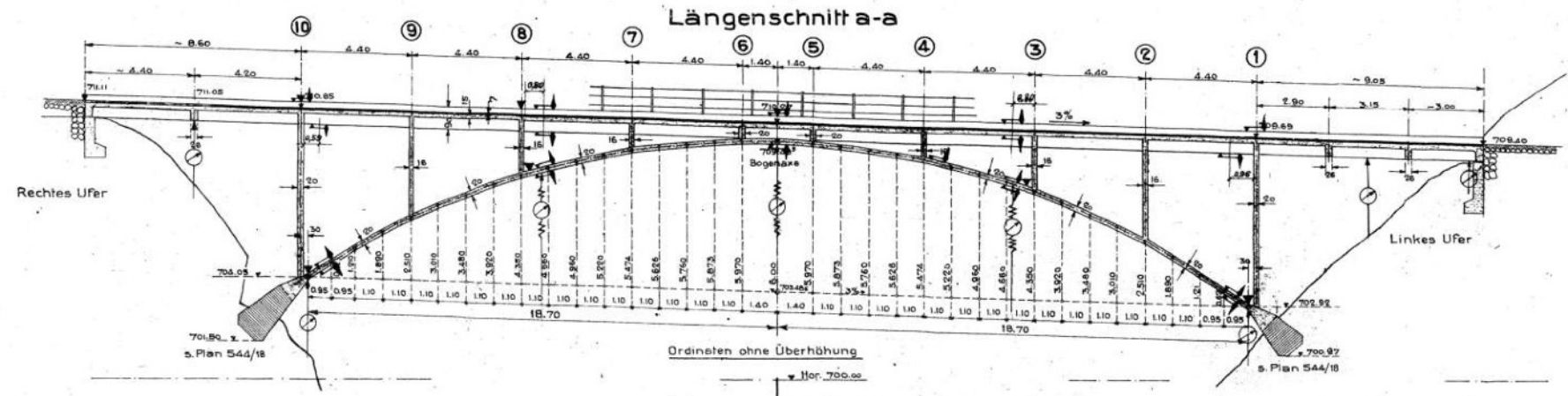
- **Fonction documentaire** : ses plans détaillent les innovations structurales , arc creux, voûtes fines, arches combinées avec le tablier , qui ont changé la manière de concevoir les ponts
- **Source d'inspiration** : ils ont influencé des générations d'architectes et d'ingénieurs en soulignant comment la forme peut émerger de la fonctionnalité
- **Patrimoine technique** : ses archives , croquis, calculs, plans sont conservées à l'ETH Zurich ou dans des bibliothèques académiques (comme Princeton), témoignant de leur valeur historique et pédagogique



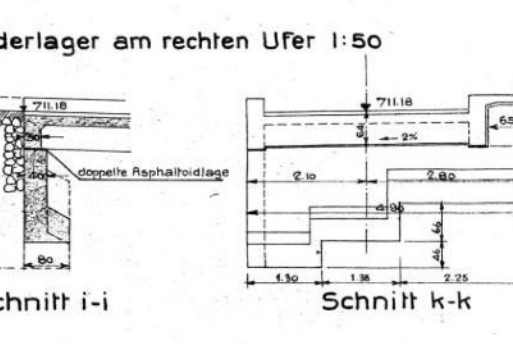
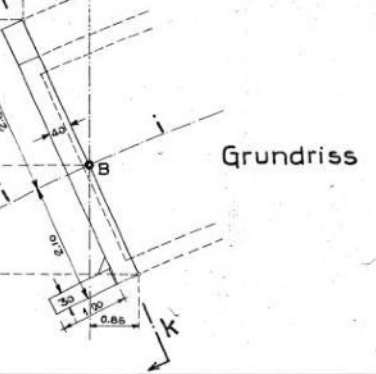
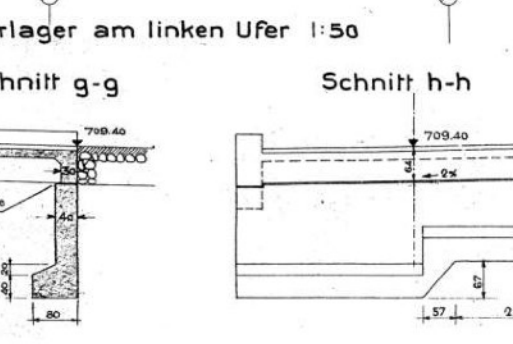
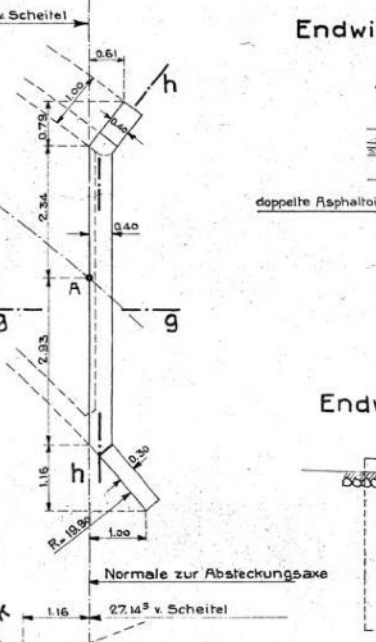
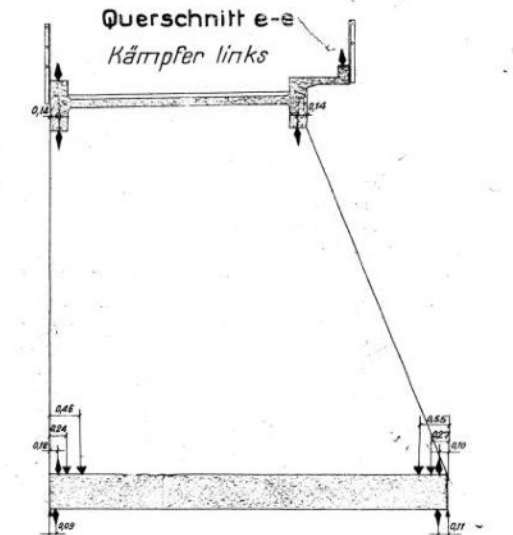
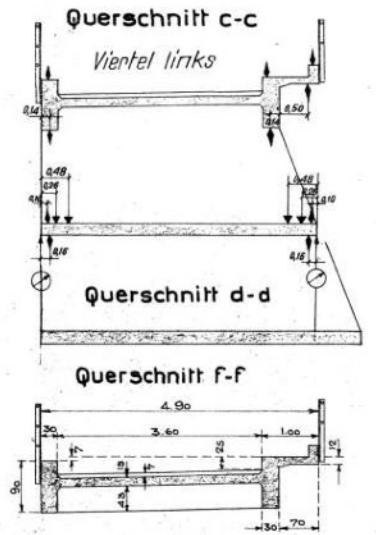
Salginatobel Bridge (1928-29) from Robert Maillart, static drawing first working-drawing.

Bergweg  
Hinterfülligen-Schönenannen  
544/5/EMPA  
abgeändert 24. Aug. 33  
Nachtrag entsprechend der  
Ausführung 4. Dez. 1933.

**Schwandbachbrücke**  
Schalungsplan  
1:100



Okt. 1936



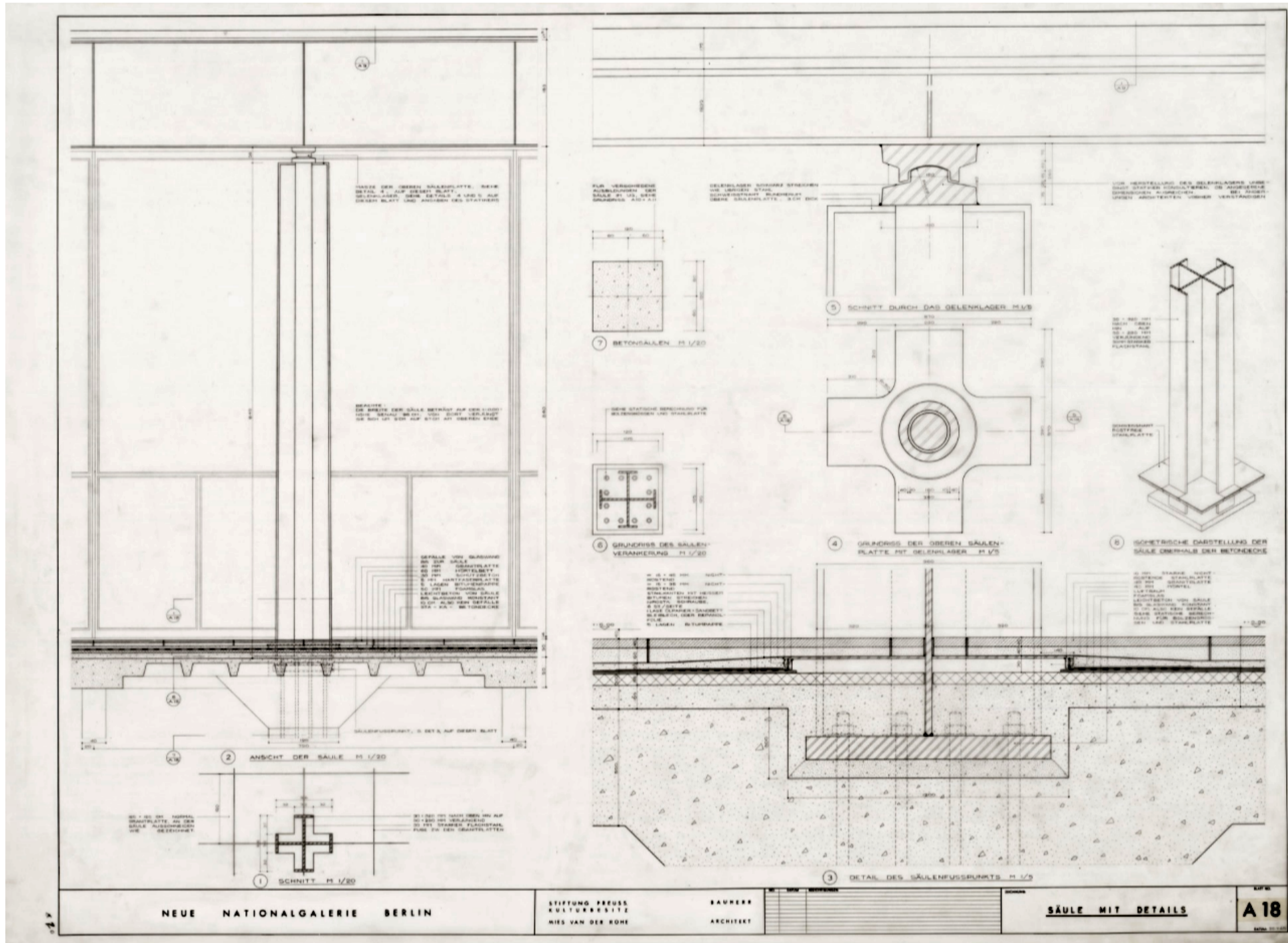
- ⊗ Schwingungsmesser
- ⊙ Durchbiegungsmesser
- ▼ Klinometer
- ▲ Dehnungsmesser

7m 1933:2

EMPA 9236



# Le dessin



instrument scientifique de connaissance en architecture et ingénierie

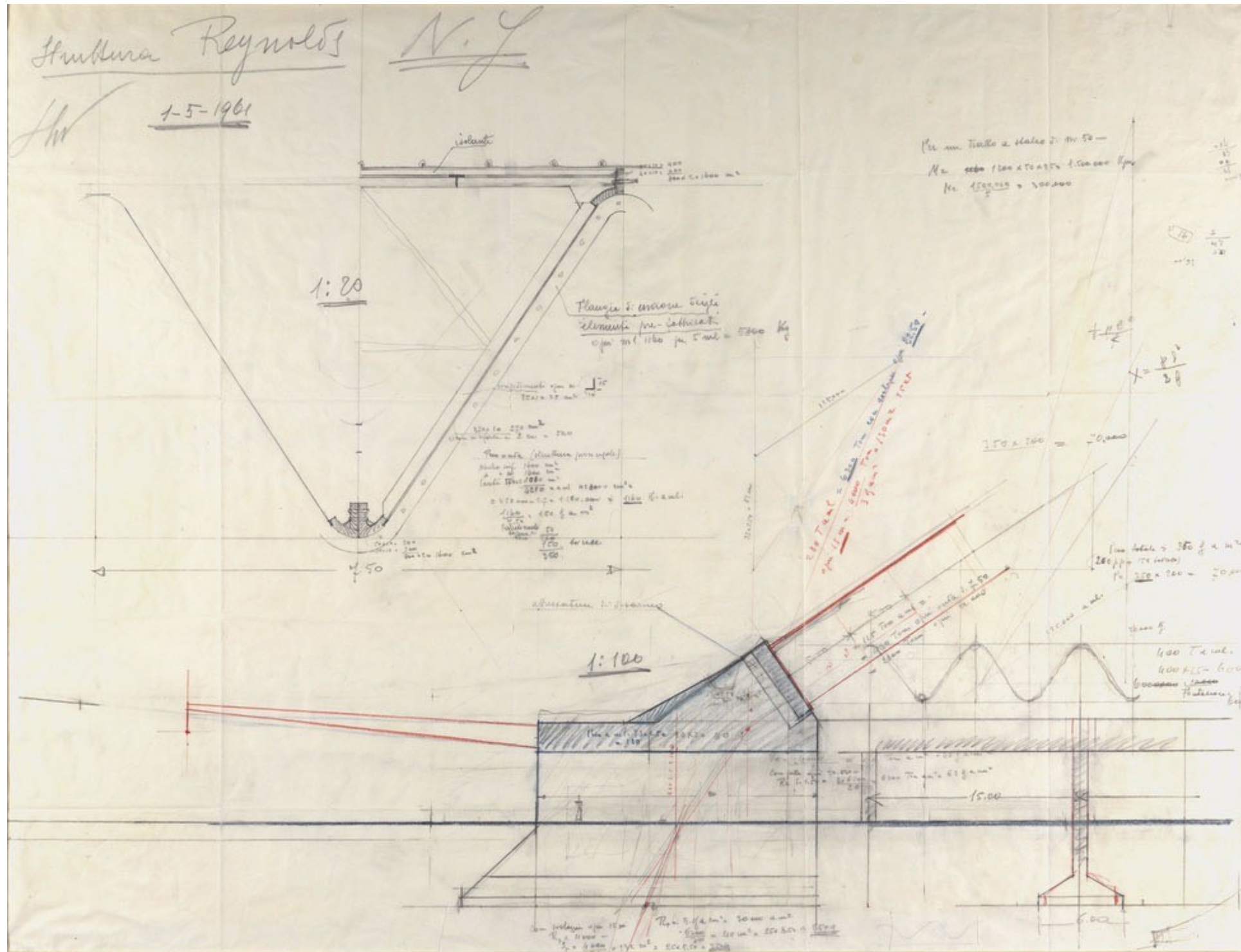
système capable de construire une pensée, lorsque tout se passe dans le même dessin

maintenir sur le papier tous les aspects du projet

tisser le matériel de travail à travers la géométrie et la construction

New National Gallery, Berlin, Germany (Column with details) 1965, Ludwig Mies van der Rohe, Pencil on acetate with printed title block and border, © 2019 Artists Rights Society (ARS), New York / VG Bild-Kunst, Bonn

# Le dessin



apprentissage à travers le dessin

quand je redessine, quand je reconstruis les choses, le dessin devient un outil d'apprentissage et de découverte

Drawings of constructional details of a proposed covered racetrack for the Reynolds metal company, Pier Luigi Nervi May 1, 1961 collection.cooperhewitt.org

## **types de dessin**

**croquis de ligne** ou dessin de tension

**dessin technique** ou dessin de précision

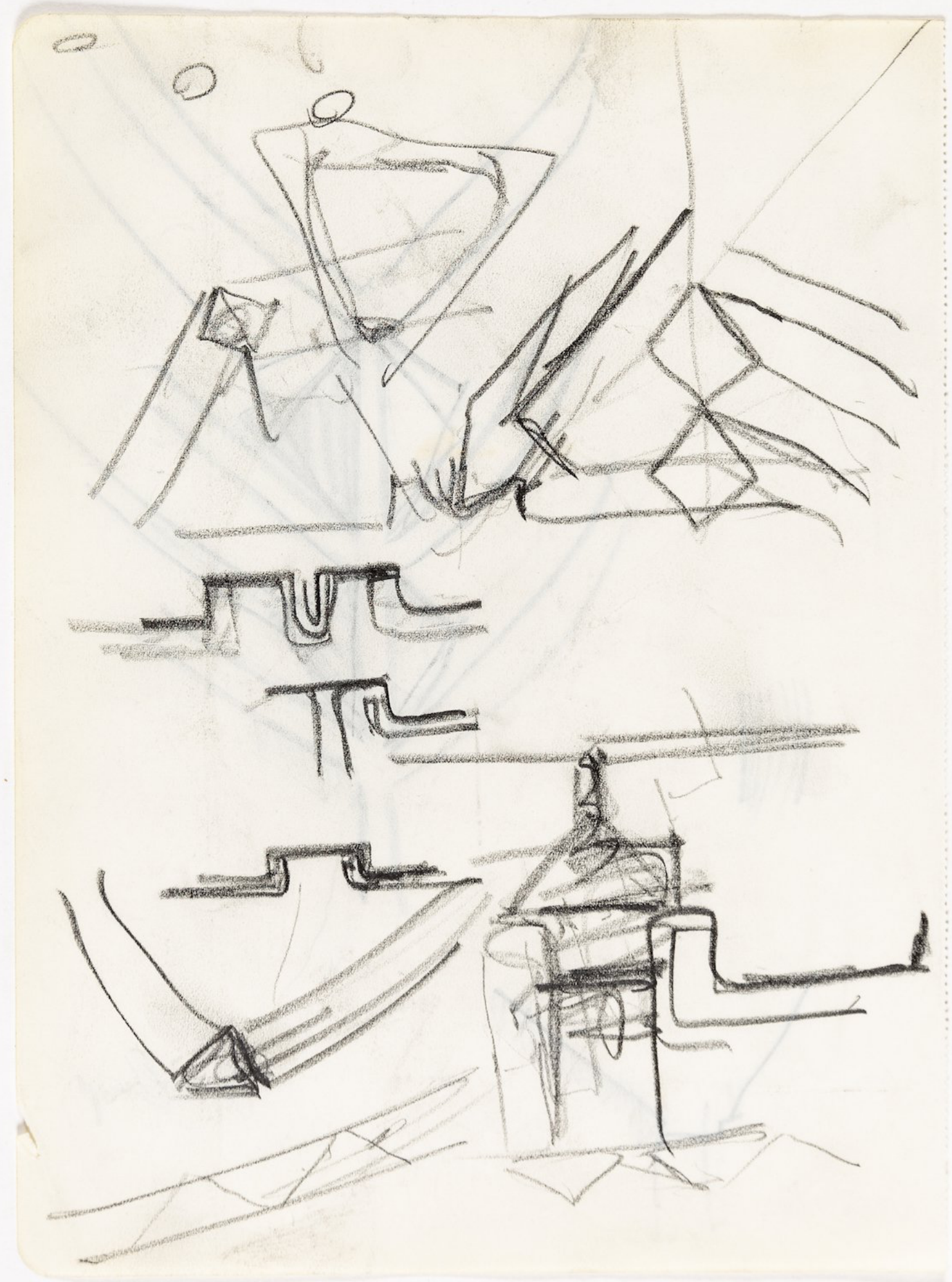
## **Croquis de ligne** ou dessin de tension

apprendre par le dessin

de redessiner, de reconstruire les éléments du dessin équivaut à découvrir et apprendre.

## 1. Croquis

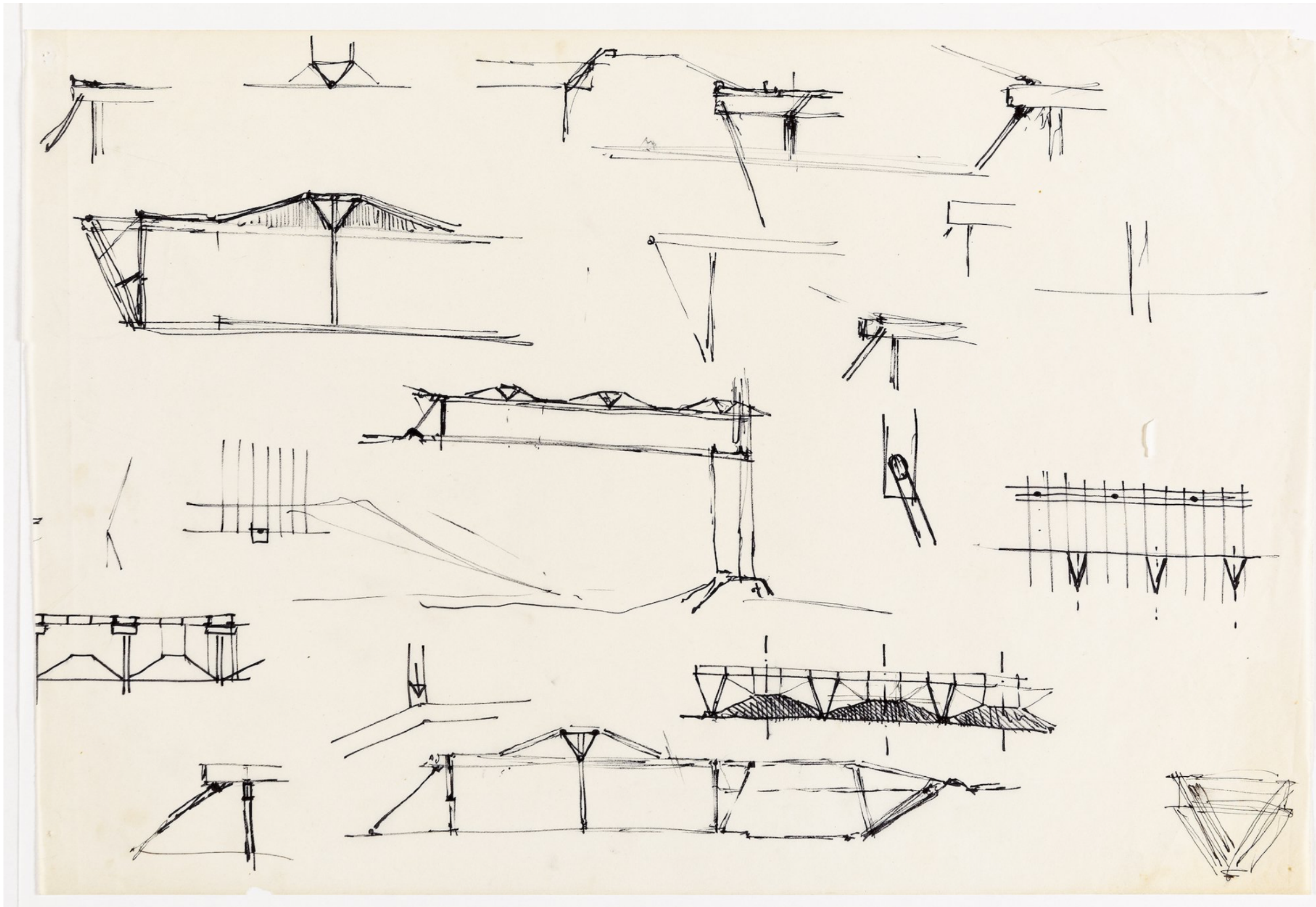
Quand on regarde quelque chose et fait des croquis à la main, le fait de *regarder*, c'est déjà *créer*, parce qu'à ce moment précis on sélectionne, on coupe, on met en relation, on est en train de *construire un autre regard*, un autre projet.



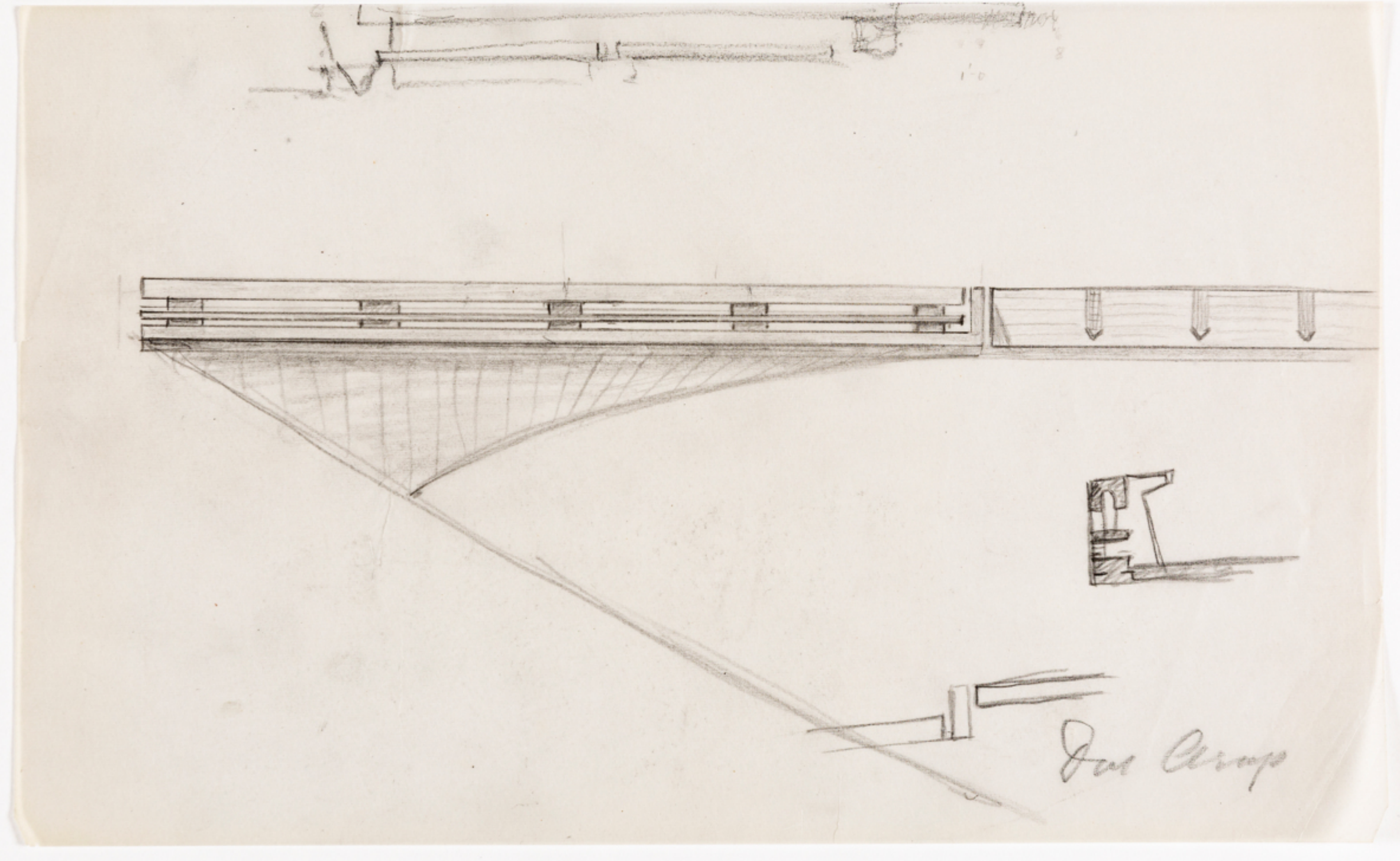
Ove Arup (1895–1988), Sketch for Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. Pencil on wove paper, 230 × 190 mm. DMC 2773.6v, in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.



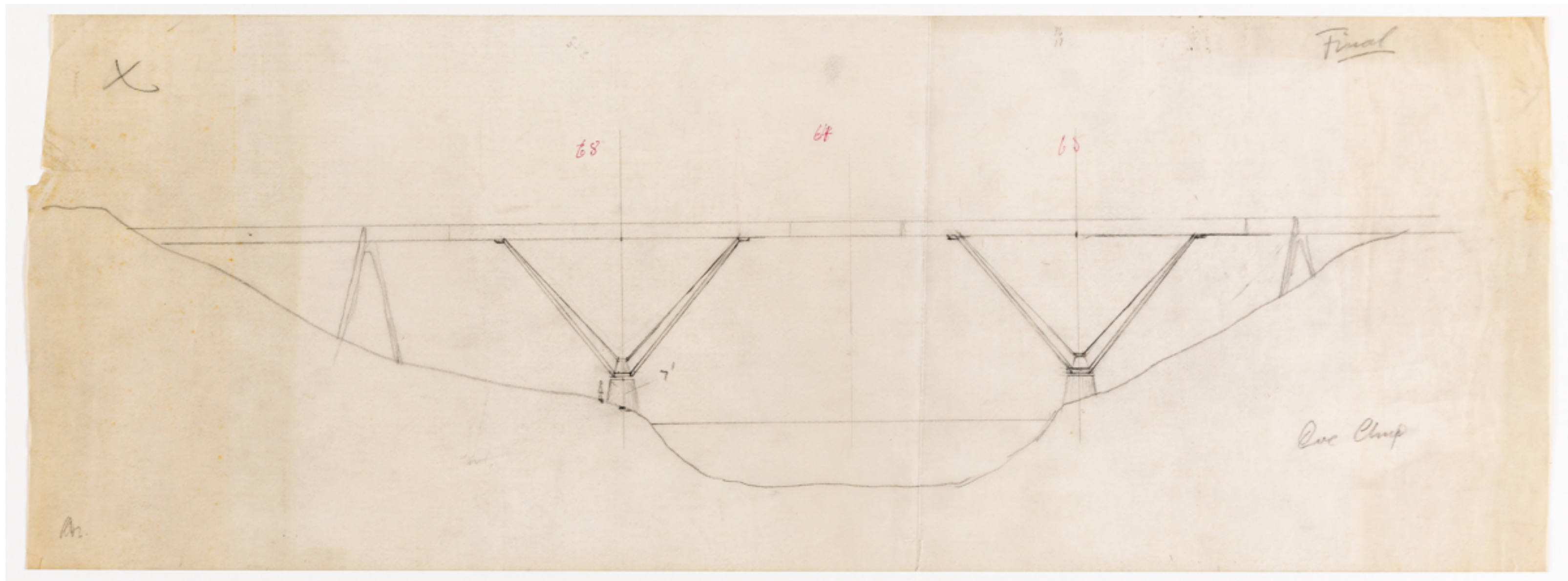
Ove Arup (1895–1988), Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.



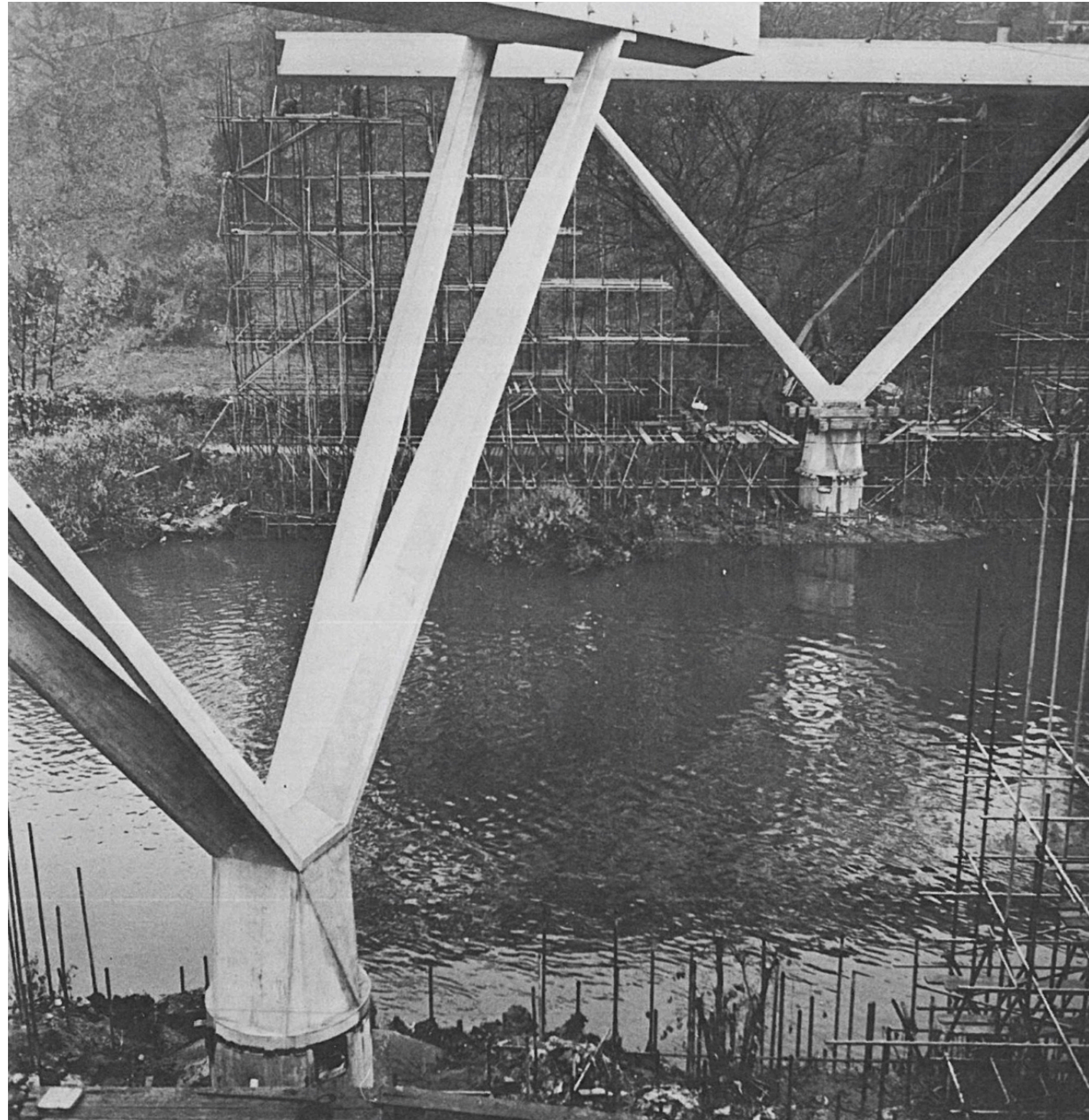
Ove Arup (1895–1988), Sketch for Kingsgate Bridge, Durham, 5, 1963. Felt pen on tracing paper, 383 × 575 mm. DMC 2773.8., in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>



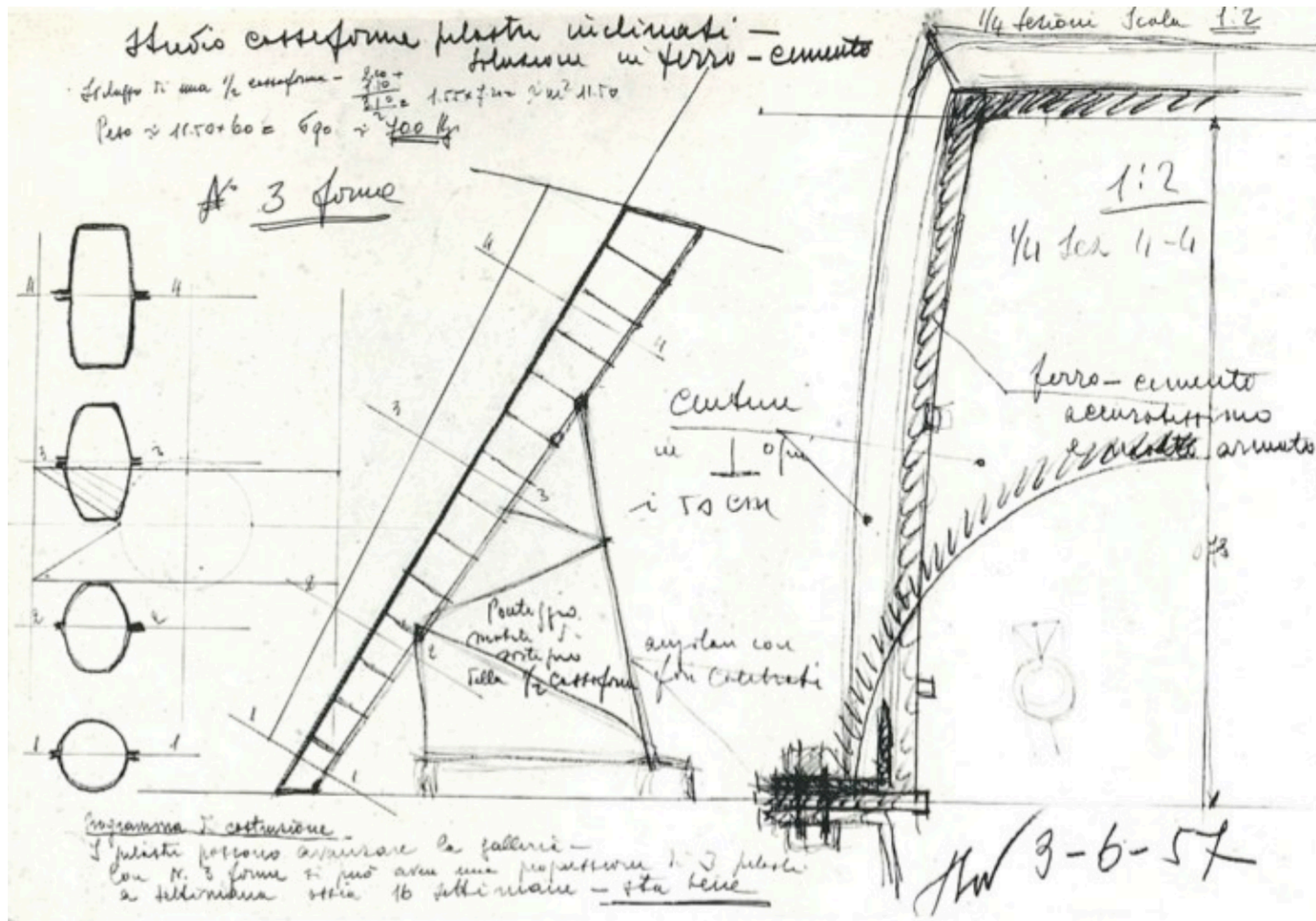
Ove Arup (1895–1988), Sketch for Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.



Ove Arup (1895–1988), Sketch for Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.



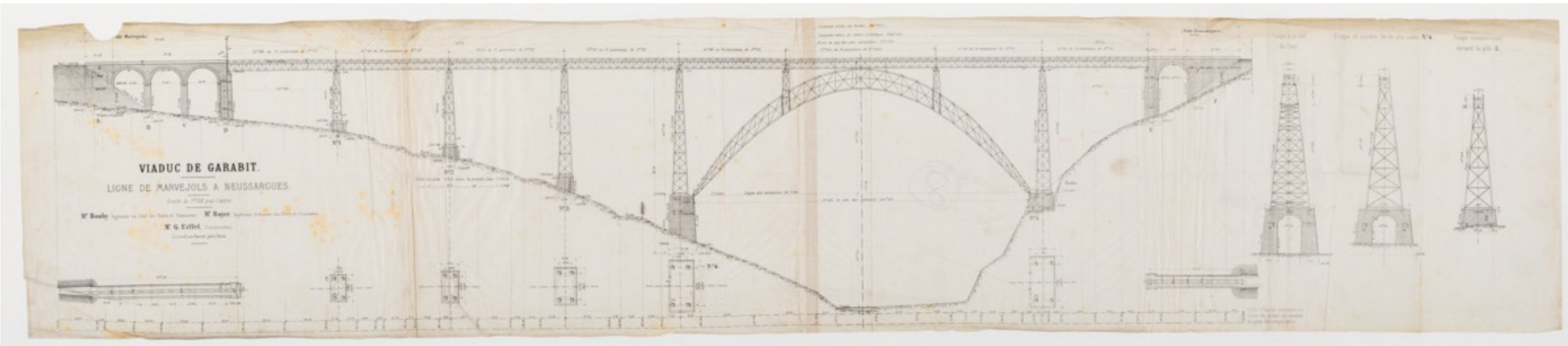
Ove Arup (1895–1988), Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.



Sketch study of ferrocement formwork for Palazzo dello Sport columns, Nervi



**dessin technique** ou dessin de précision



Eiffel, Gustave, Bauby and Boyer, engineers, Elevation, sections and plans, Garabit viaduct, France, 1882-1884, Print on thin paper, 305 x 1490 mm, the Garabit Viaduct, over the River Truyère, at the time of its opening, 1885, was the tallest bridge in the world. It's length was 565 m, height 122 m, Drawing Matter org.

## 2. Projections linéaires

Nous commencerons par les **projections de Monge**, une technique qui permet de construire plan, coupe et élévation simultanément et en relation réciproque.

Apprendre à lire une réalité tridimensionnelle en deux dimensions, sans visualisation immédiate en 3D, développe des compétences essentielles telles que les relations spatiales, la visualisation et la précision.

La technique de projection de Monge aide à construire des points et des lignes sur le papier. Elle introduit les premiers concepts d'échelle, de proportion, de transparence et de composition. Avec seulement des points et des lignes, les relations entre le plan et les coupes sont établies.

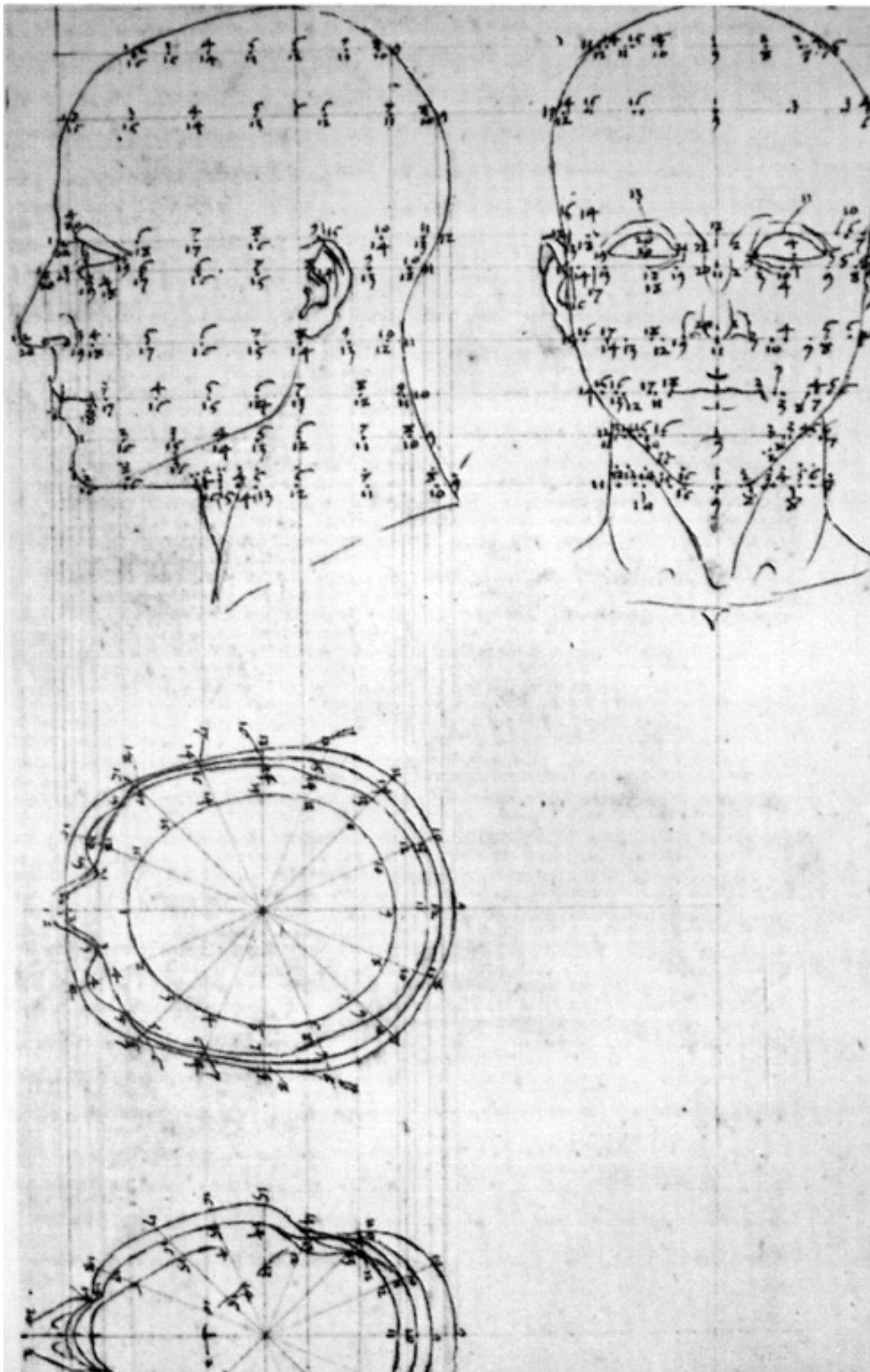
## Dessin géométral

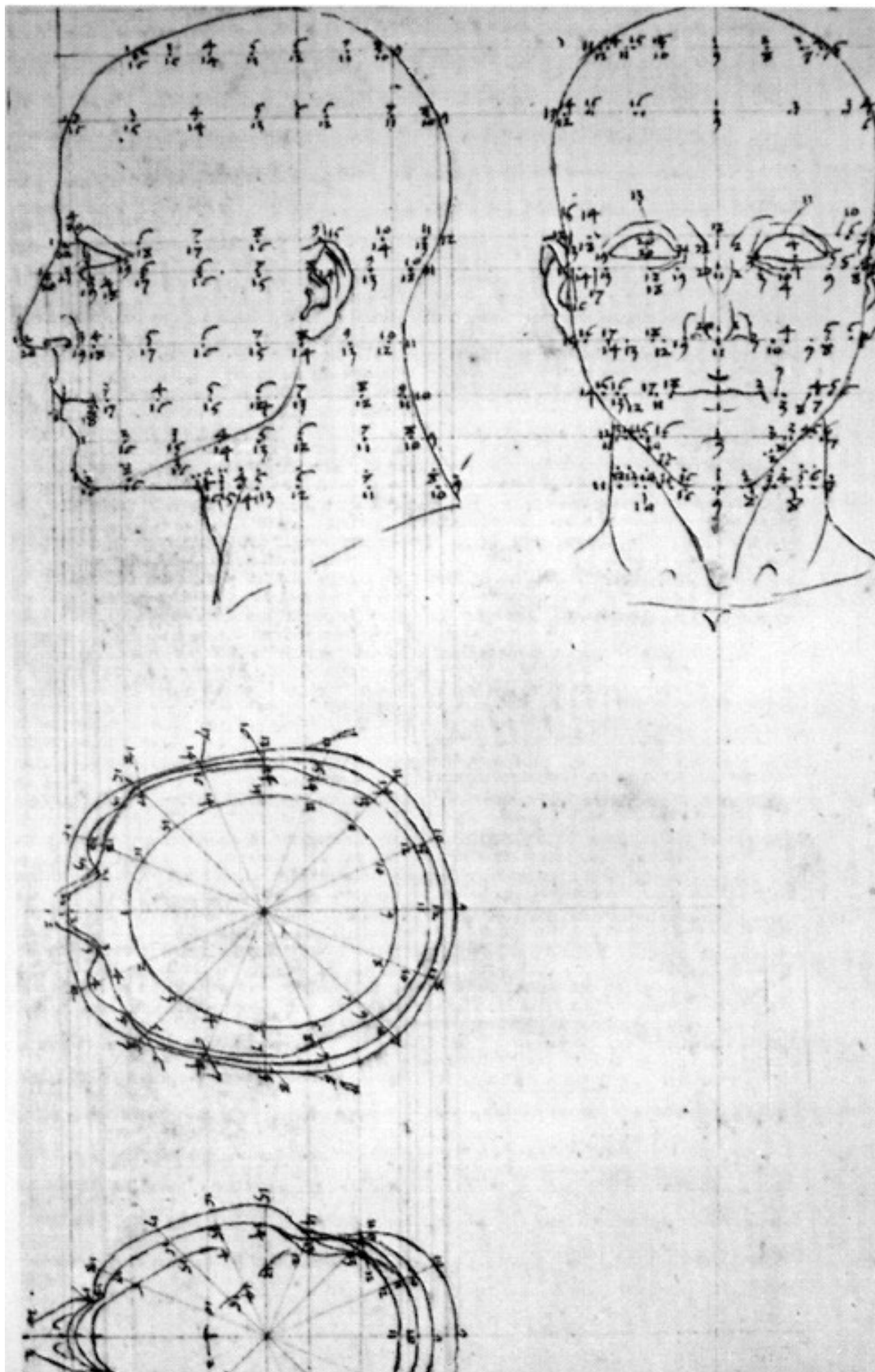
**l'élévation  
ou la projection verticale**

projections orthogonales, qui se résument en plans, en coupes et élévations, qui possèdent la particularité d'être établies sur des plans de projections parallèlement à chaque face observée. ces projections déterminent une représentation planaire des objets et leur conservent leurs formes et leurs rapports dimensionnels.

**le plan  
ou la projection horizontale**

Fragment I \_ De la  
Francesca, P. (1482).  
Section through a  
human head.



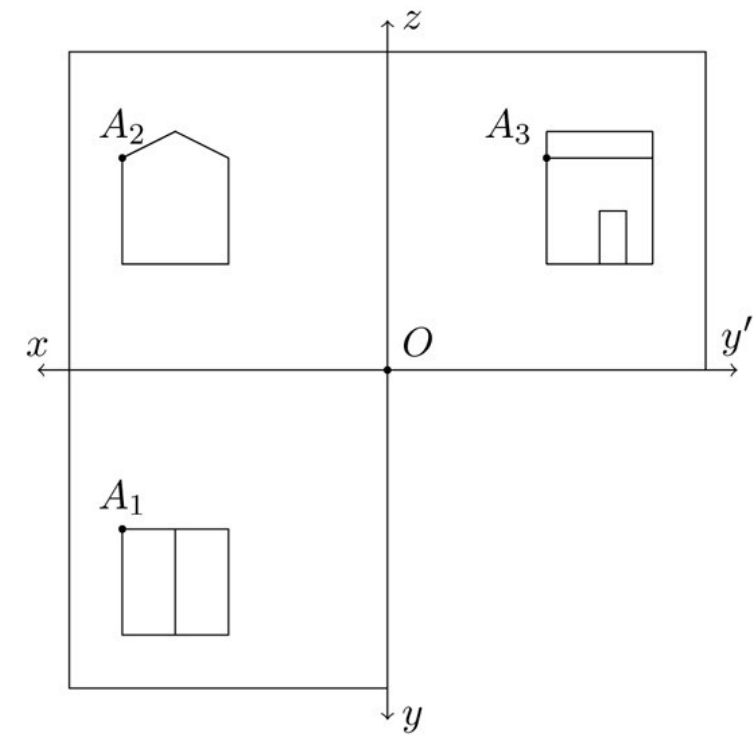
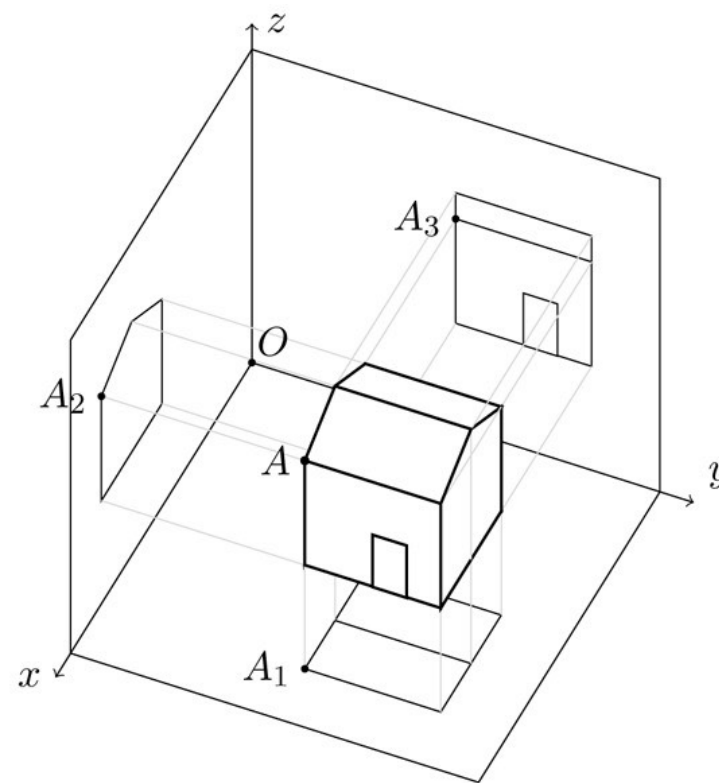


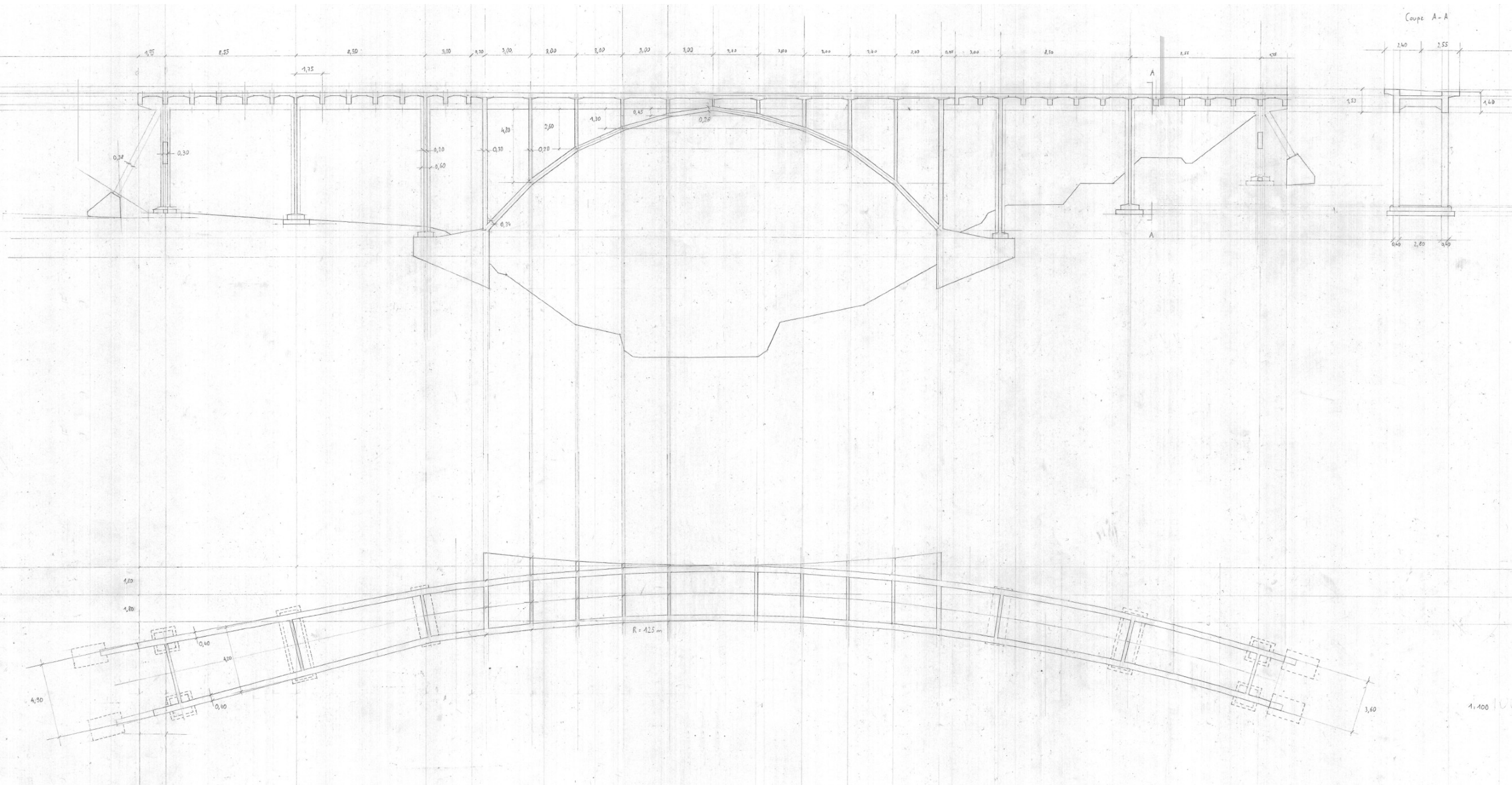
Section through a human head, Piero de la Francesca, 1482

## Géométrie descriptive de Monge

suivant les principes de la géométrie descriptive de Monge, c'est au plan de projection, à la feuille de papier, de faire office de charnière entre le plan horizontal et les plans verticaux.

tout objet peut ainsi être représenté sous forme d'épure qui consiste en une projection sur les trois plans de l'espace qui correspondent aux trois directions de référence  $x$ ,  $y$  et  $z$ .





Landquart - Brücke  
 Plan et coupe longitudinale, étudiant en première  
 année 2024, Charles-Devigny-Chavanne



## Conventions graphiques

lignes en vues

lignes coupées

lignes invisibles

lignes de construction

traits continus

trait plus forte celle des lignes en vues

trait interrompus ou des lignes fines

lignes très fines

# Conventions graphiques

## Type de ligne

### Lignes en vues

Traits continus utilisés pour représenter les contours visibles d'un objet.

### Lignes coupées

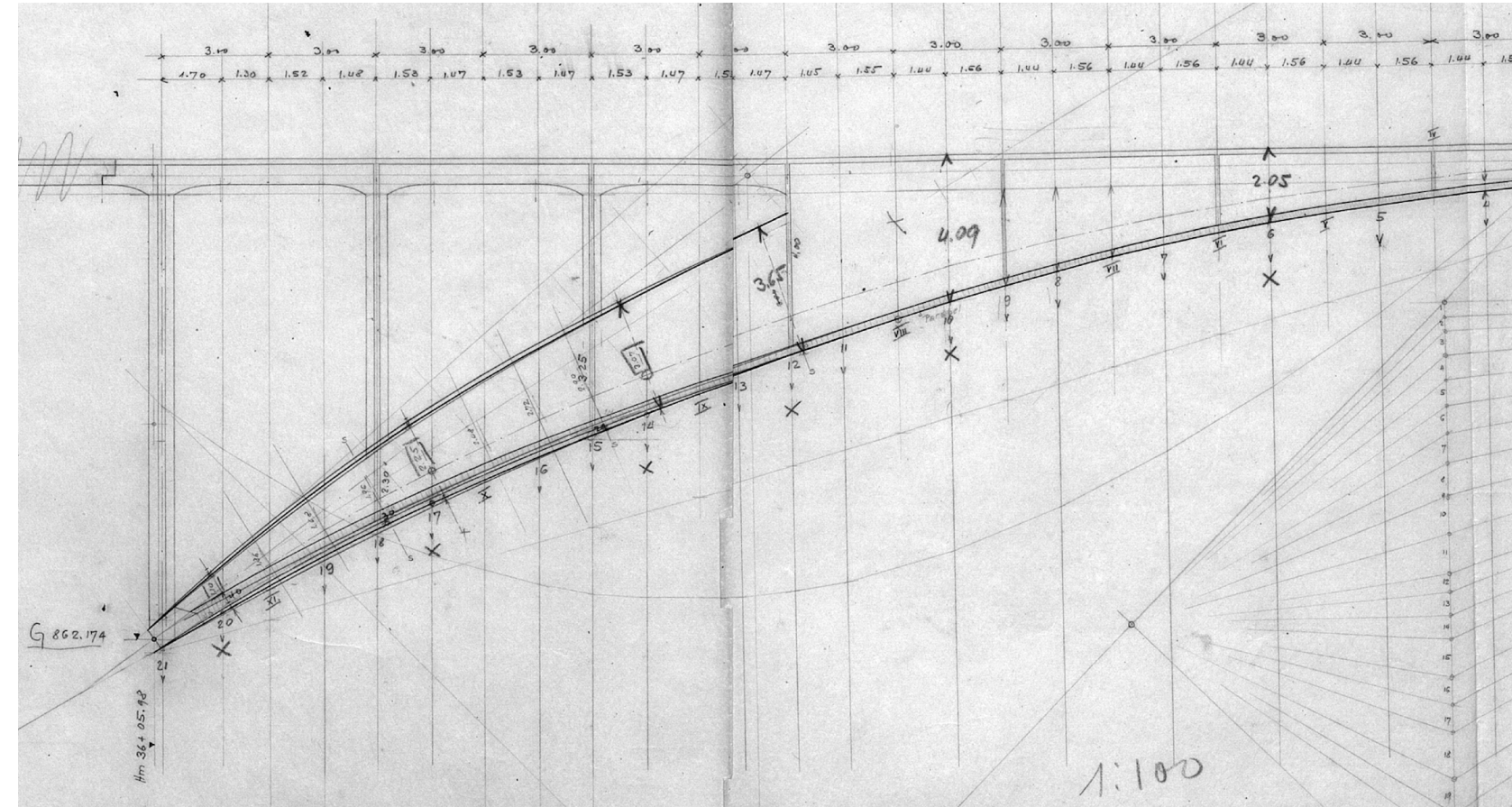
Trait plus forte, souvent pour les axes coupés ou sections.

### Lignes invisibles

Traits interrompus ou très fins pour représenter les contours cachés derrière l'objet.

### Lignes de construction

Lignes légères utilisées comme guide pour les axes, dessin



### **3. Détails**

En examinant les détails comme des fragments individuels, les étudiants explorent les dimensions et les articulations des éléments structurels à différentes échelles.

Grâce au processus de construction de ces paramètres sur le papier, lors de l'analyse ou de la phase de conception, les étudiants accèdent à plusieurs dimensions englobant l'espace, la matérialité et la structure.

Ces dessins processuels favorisent la compréhension de l'importance du détail et de son influence sur le projet. La représentation tactile des détails développe une sensibilité spatiale accrue et encourage l'intégration active du détail dès les premières phases conceptuelles du projet.

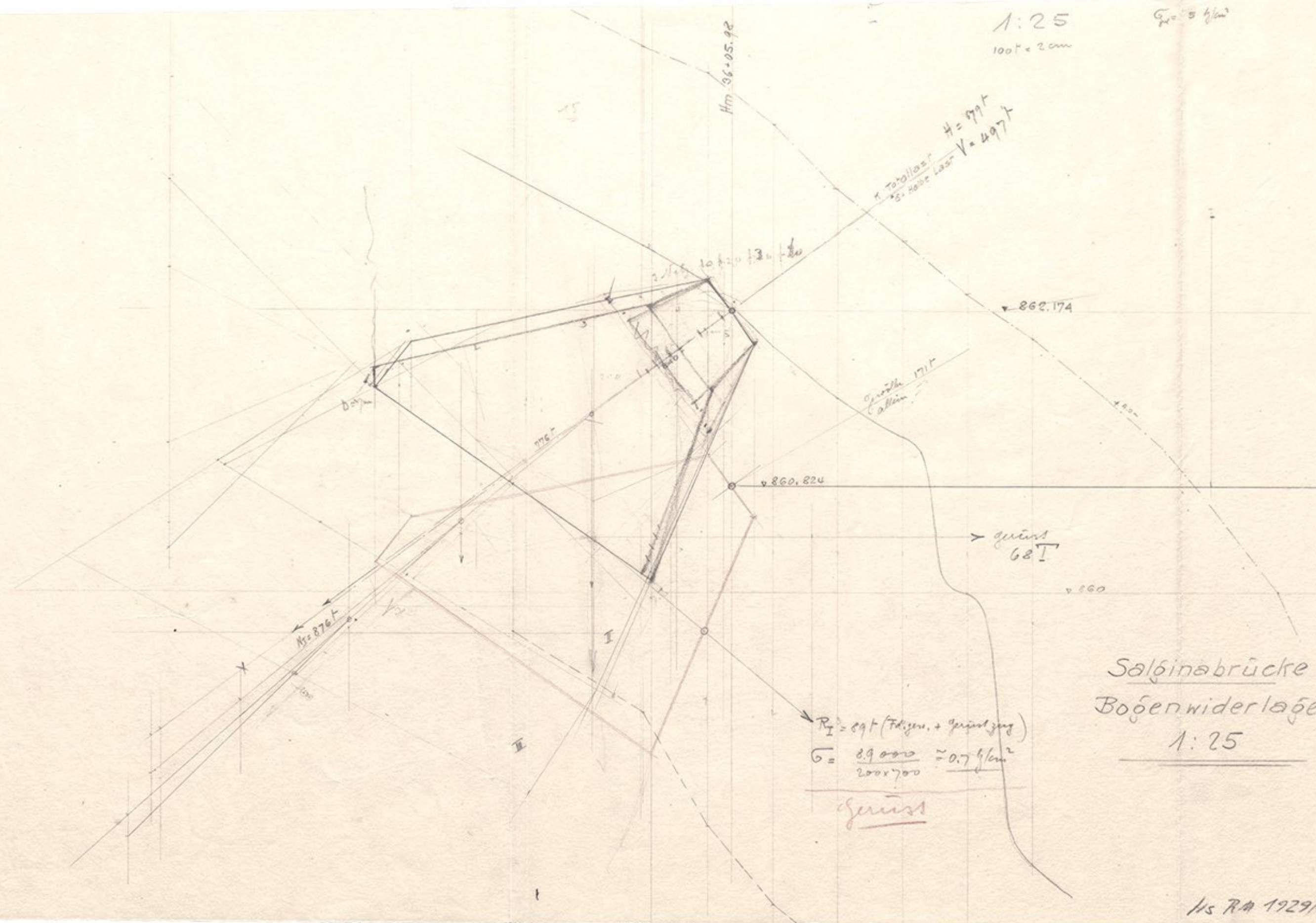
1:25

100t = 2cm

$G_{20} = 5 \frac{t}{cm^2}$

Hm 36.05.92

Totallast  $H = 179t$   
5. Hocht. Last  $V = 497t$

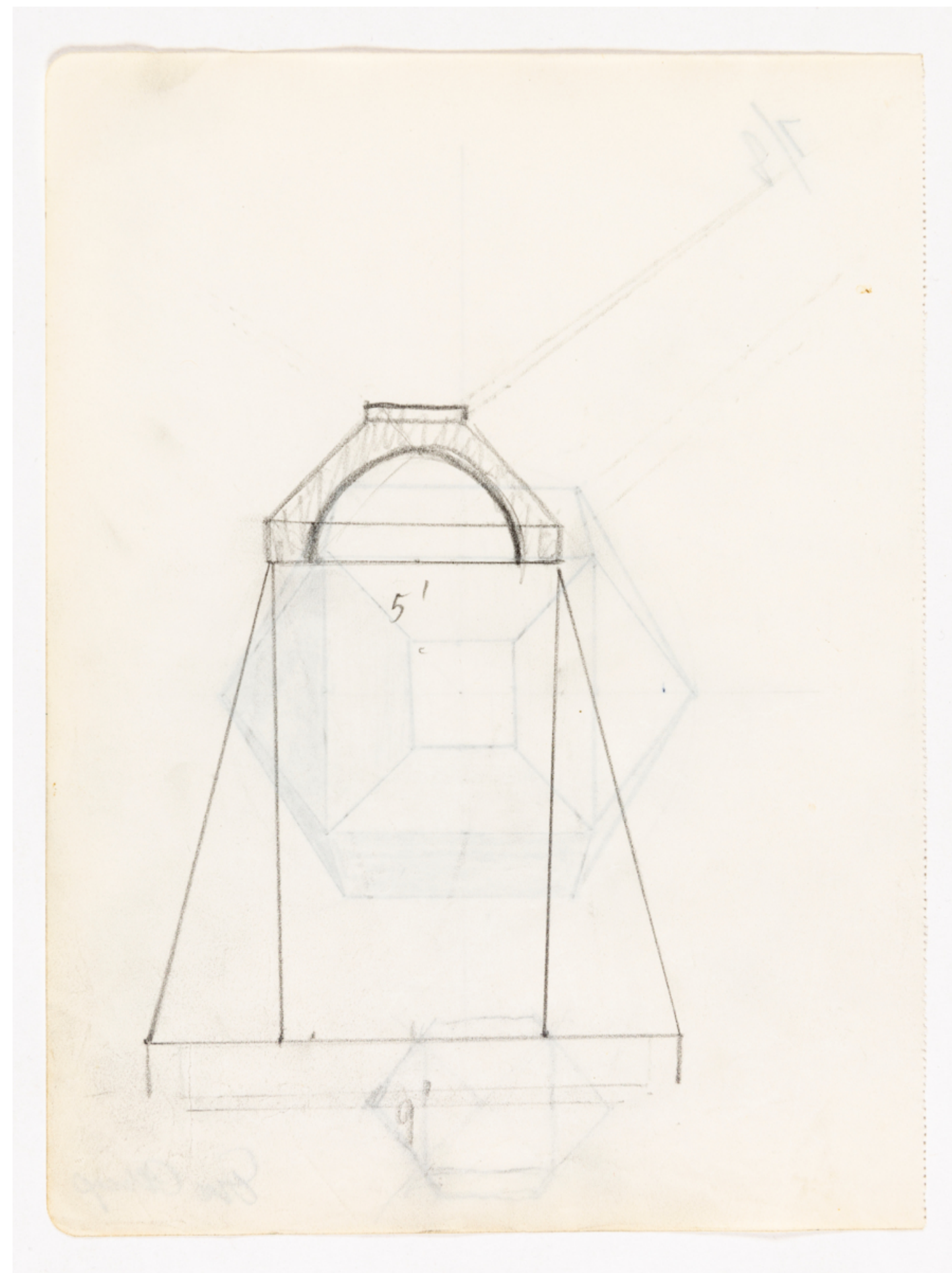
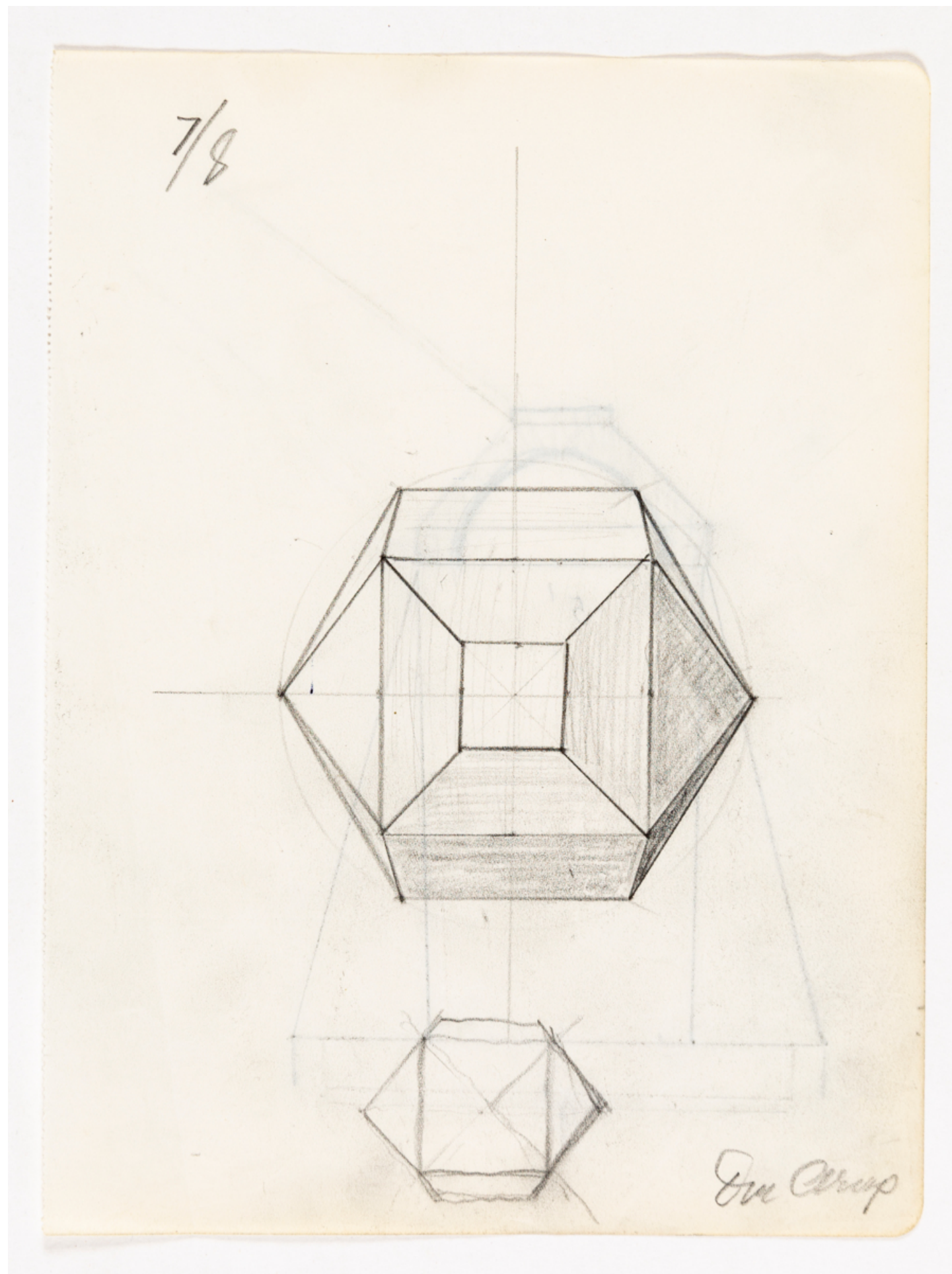


Salginabrücke  
Boogenwiderlager  
1:25

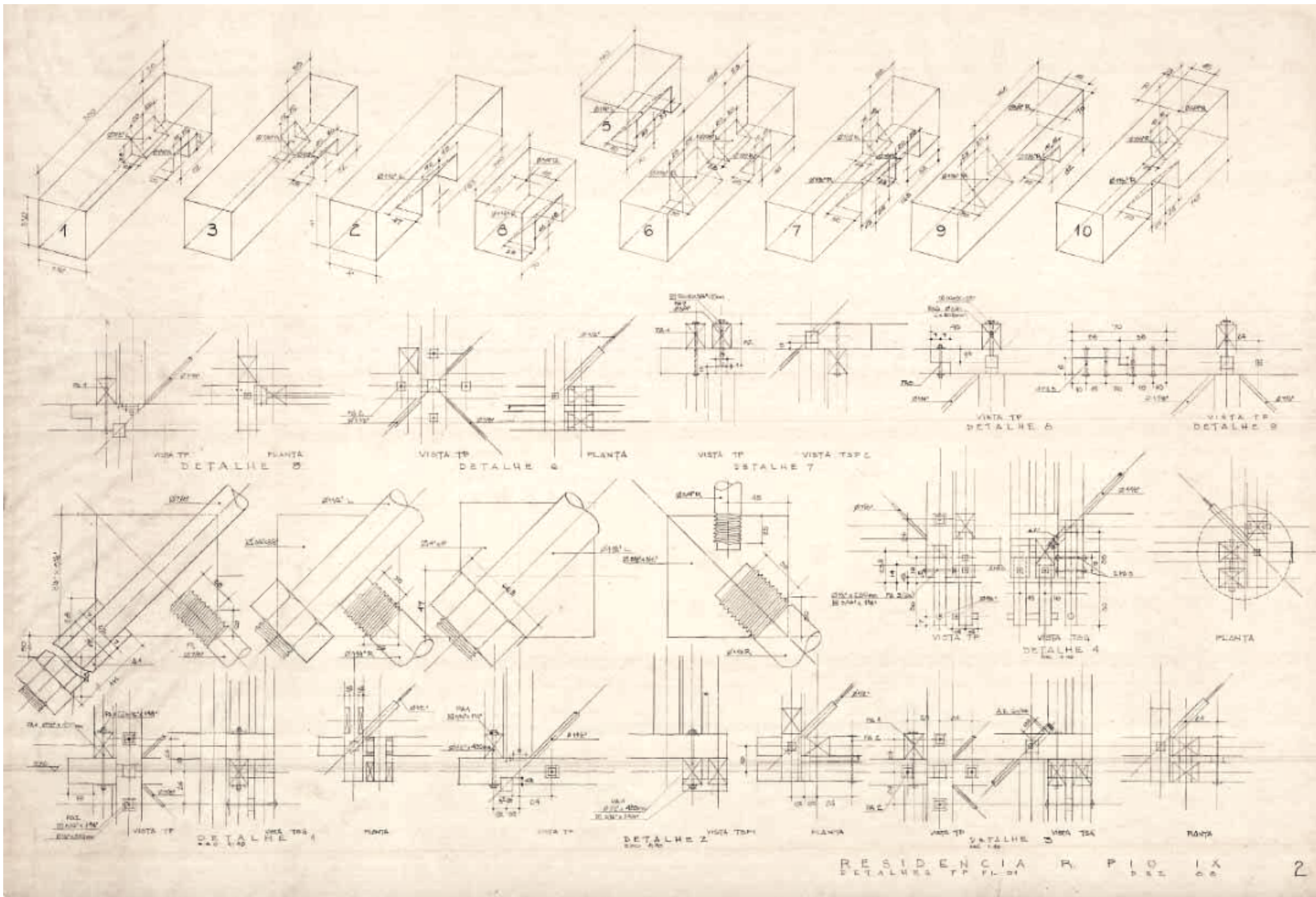
$$R_I = 89t \text{ (Folgerg. + Gerüstzug)}$$

$$G = \frac{89000}{200 \times 700} = 0.7 \frac{t}{cm^2}$$

Gerüst



Ove Arup (1895–1988), Sketch for Kingsgate Bridge, Durham, 8, 1963. in <https://drawingmatter.org/ove-arup-engineering-the-world/>.

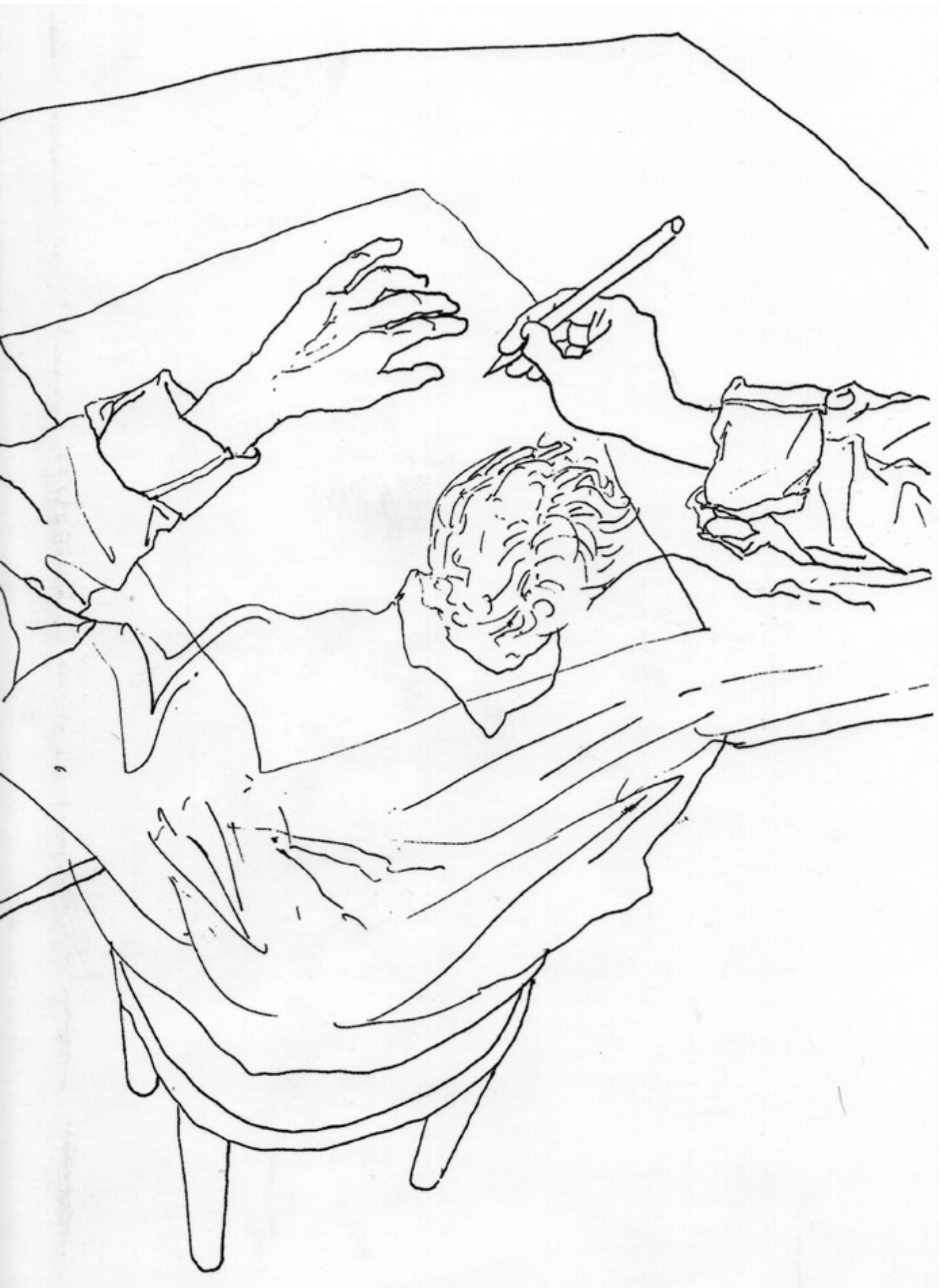


Helio Olga, The working drawing, A. Spiro and D. Ganzoni

## **l'échelle**

l'échelle exprime le rapport entre la dimension d'un élément sur le dessin et sa dimension dans la réalité.

l'échelle de réduction (éch. 1:  $x$ ) ou l'élément est dessiné *x fois plus petit que sa dimension réelle*.



Siza, A. The architect drawing

une ligne, c'est une idée on ne représente pas, on pense

tout ce que l'on dessine doit être construit

dessiner les textes tout ce qui touche le papier doit avoir une intention

être précis pour faire une ligne, la mine doit piquer!

de la patience un bon dessin à la main ne se fait pas en un jour

respecter ses dessins

apprendre à distinguer un bon d'un mauvais dessin

on peut copier son voisin s'il dessine bien ! Apprendre aussi des autres

bien ajuster la règle parallèle et travailler avec du matériel propre

## **Analyse**

(13h15 – 16h00)

Environ 80 étudiants, par groupes de 2 :

Dessinez l'un des ponts qui vous sera assigné.

### **Selected projects:**

**Robert Maillart ( 1872-1940)**

**Pont du Rhin, Tavanasa, 1905**

51,0 m

**Pont de Val Schiel, Donath, 1925**

43,2 m

**Pont de Salginatobel, Schiers, 1929/30**

90,0 m

**Pont de Schwandbach, Hinterfultigen / Schönentannen, 1933**

37,4 m

**Pont du Thur, Felsegg, 1933**

72,0 m

**Pont de l'Arve, Vessy-Genève, 1936**

56,0 m

**Pont sur la Simme, Garstatt, 1939/40**

32,0 m

## **Méthode d'enseignement**

Dessin à la main, cours, discussions collaboratives ; équipe pédagogique interdisciplinaire.

## **Critères d'évaluation**

Évaluation continue ; les étudiants seront évalués sur la base des objectifs énoncés dans les acquis d'apprentissage ainsi que sur leur engagement (esprit critique, participation, initiative, collaboration).

## Organisation du travail

- Travail **en groupe /binôme** (2 personnes).
- Chacun·e réalise **son propre dessin**.
- Pont assigné : **pont de Maillart**
- Vous disposez d'un·e **assistant·e**.

## Support et matériel

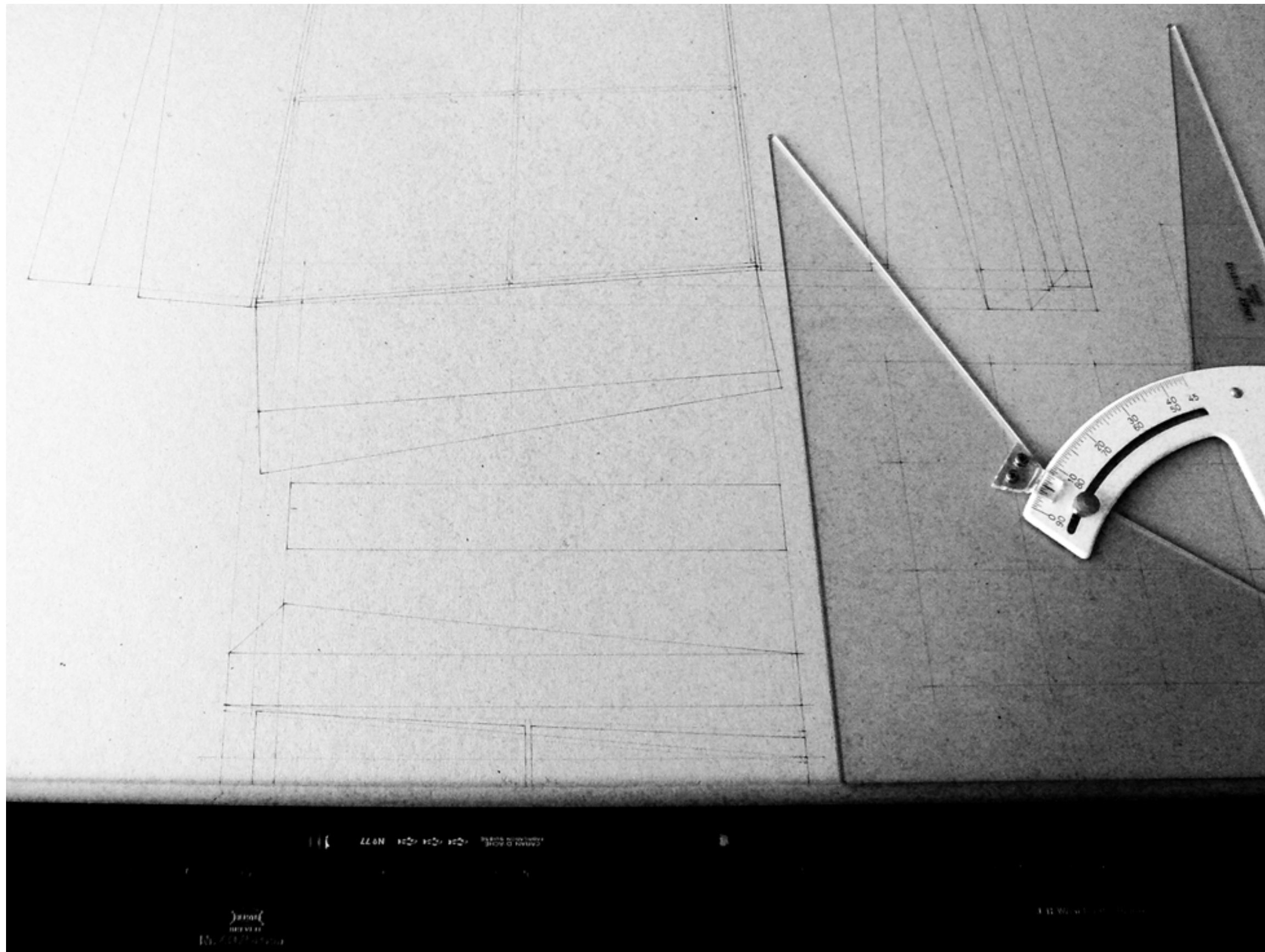
- **2 à 4 feuilles A1** (orientation verticale).
- **Fix pencil** : dureté **2H à 4H** (pas de traits au crayon tendre).
- **1 table par personne** (pour disposer les grands formats).

## Échelles et types de dessins

- **Plan, coupe longitudinale, coupes transversales, 1:50**
- **Articulations, détails, 1:20**  
(si armature visible, **1:10**)
- **Axonométrie**, demi-pont basé sur les coupes transversales à l'échelle 1:50

## Règles graphiques

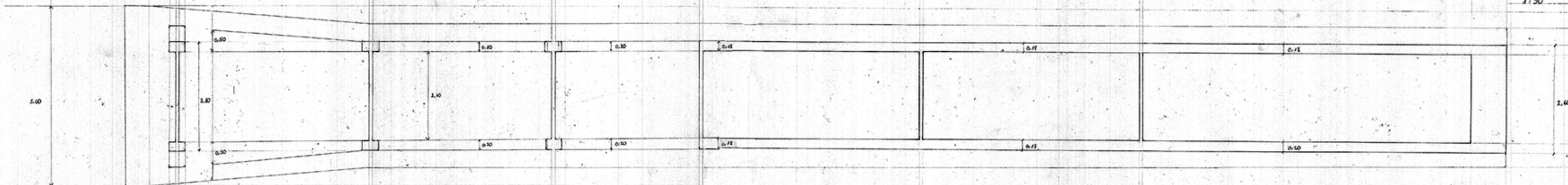
- **Inclinaison / topographie** du pont doit être dessiner
- **Axes** : tracés
- **Cotes (cotations)** :
  - Petits traits à **45°**
  - **Sans flèches**
- **Lignes et courbes**
  - Aucune ligne à main levée
  - Pas de hachures (poché)
  - Pas de balustrades
- En bas à droite de chaque feuille :
  - **Nom du pont + échelle** (en petits caractères)
  - **Nom de l'étudiant·e** (en petits caractères)



- construire les dessins
- géométrie descriptive de Monge, sur le papier

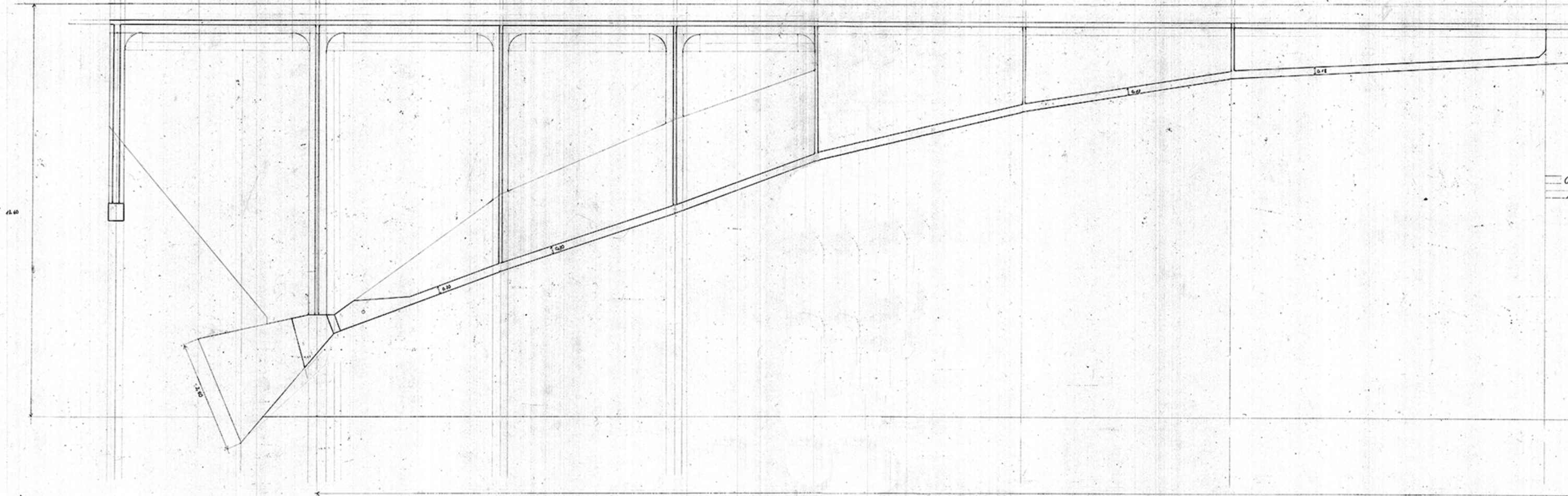
Plan

1:50



Coupe

1:50



Rosgraben - Brücke  
Paula Tarazona Rodriguez

Rosgraben - Brücke  
Paula Tarazona Rodriguez

Rosgraben - Brücke  
Plan et coupe longitudinale, étudiant en première  
année 2024, Paula Tarazona

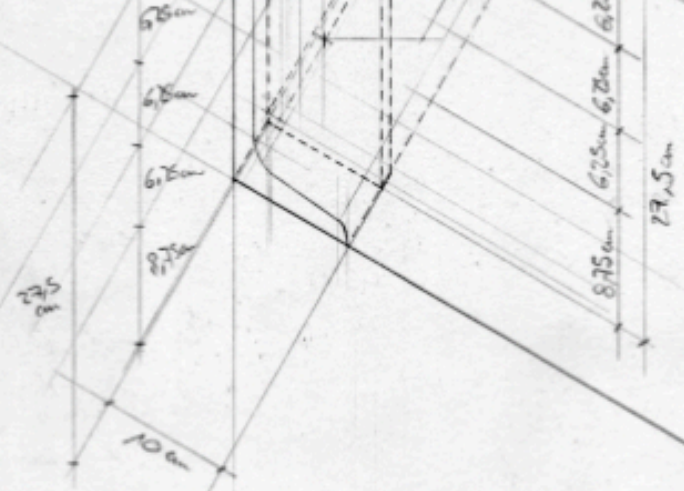
Assemblage des coins 1:5

soudures en  
crochons  
(depuis l'intérieur)

plaque  
d'assouplage

Joint "Ajusté"  
(les deux profils  
s'interpénètrent  
dans l'autre)

Joint "étanche"  
Particulièrement  
soigné  
(détail peu  
durable)



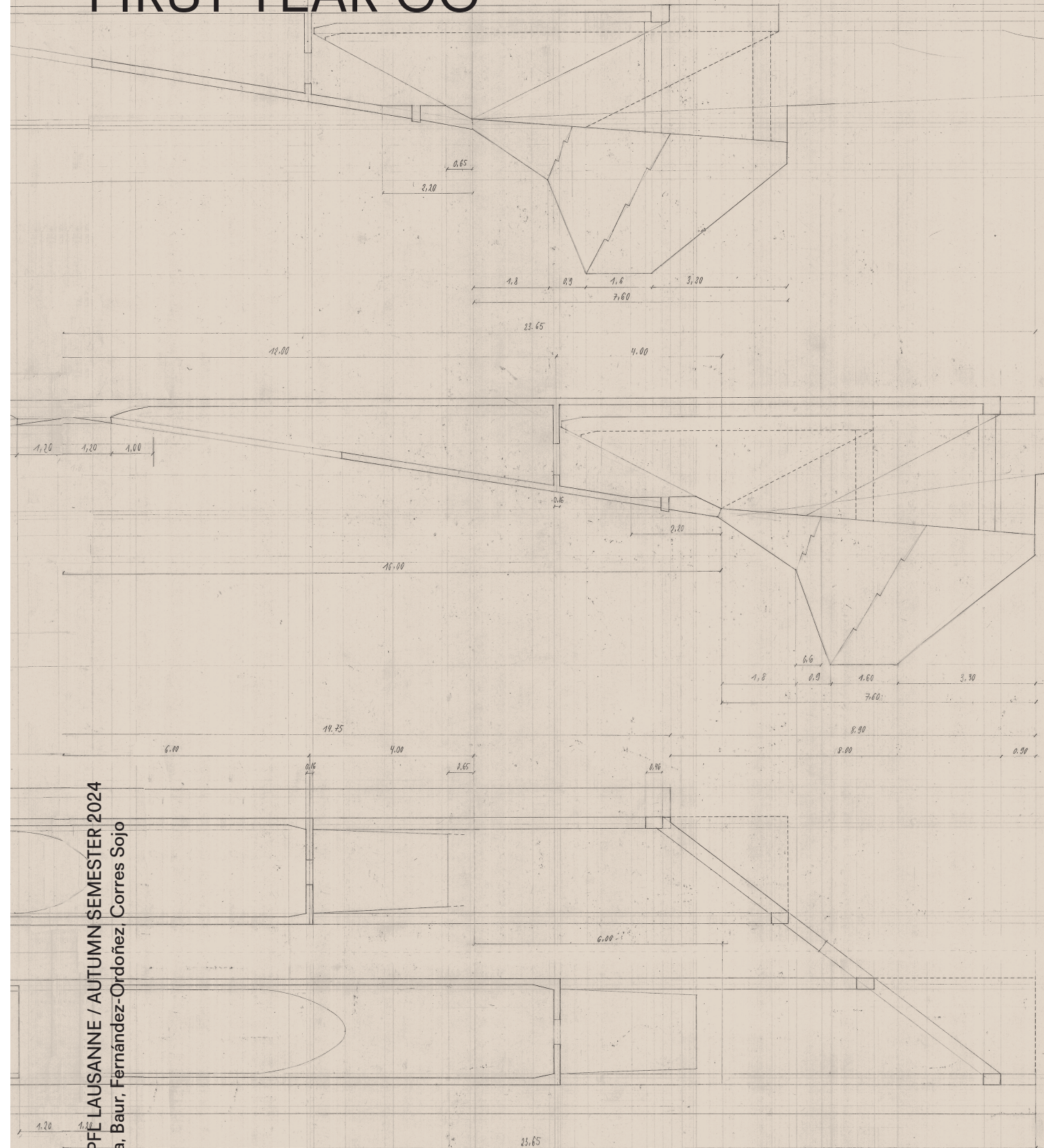
Drawing research,  
National Gallery, 1962-68  
Décoppet Tristan

# Materiel

pos.	description	quantité	prix de la pièce	rabais	prix net CHF
1	Taille mine DAHLE	1.00 pce	8.60	15%	7.31
2	Porte-mine Fixpencil CARAN D'ACHE	1.00 pce	18.00	10%	16.20
3	Mine 2 mm 2H paquet de 3 CARAN D'ACHE	1.00 pce	5.00	10%	4.50
4	Mine 2 mm 4H paquet de 3 CARAN D'ACHE	1.00 pce	5.00	10%	4.50
5	Gomme B20 ROTRING	1.00 pce	3.10	38%	1.92
6	Gomme LAUFER	1.00 pce	3.20	59%	1.31
7	Pochoir 247100L LINEX	1.00 pce	6.00	33%	4.02
8	Règle 40 cm AKRYLA	1.00 pce	48.40	22.7%	37.41
9	Equerre 45° AKRYLA	1.00 pce	23.90	37.5%	14.94
10	Equerre 60° AKRYLA	1.00 pce	23.90	37.5%	14.94
11	4 Feuilles A1 220g SEA WHITE (Prix net proposé par le fournisseur)	1.00 pce	1.55	10%	1.40
12	Ruban adhésif Professional 25x25 mm TESA	1.00 pce	5.90	10%	5.31

**113.75 CHF**

# DRAWING STRUCTURES FIRST YEAR GC



GC EPFL LAUSANNE / AUTUMN SEMESTER 2024  
Guaita, Baur, Fernández-Ordoñez, Corres Sojo



resource pédagogique ou d'enseignement

## Drawing Structures First Year GC 2024

[Guaita, Patricia](#) • [Baur, Raffael](#) • [Fernandez-Ordoñez, David](#) > [voir plus](#)

23 mai 2025

This publication marks the first edition of Drawing Structures, a first-year atelier presenting a selection of thirteen working drawings produced during the Fall 2024 semester at EPFL by 102 first-year civil engineering students. In this foundational course, we introduce drawing by hand as a conceptual and creative tool central to the formation of the civil engineers as creatives, designers and project makers. Each student develops a set of drawings over the course of the semester, based on one of nine selected bridges by Swiss engineer Robert Maillart (1872–1940). Using archival documentation and selecting an appropriate scale, students begin to draw projective plans, sections, and axonometric fragments, gradually exploring the spatial and structural logic embedded in Maillart's bridges. These hand-drawings often include notes on dimensions and details that reflect each student's level of engagement and understanding. The drawings reveal not only the geometry of the structure, but also the thinking behind its conception and its construction, a creative act that involves imagination, intuition and deliberate choice. The atmosphere of the drawings, and the emotional quality of inscribing a line directly onto paper, immediately set the tone for the care and attentiveness with which we intend to conduct the semester. The methodology is very specific and strict, yet it allows of fosters through the act of drawing a kind of thinking that is not linear, nor limited to calculation. To draw is to observe, analyze, and construct. Drawing helps civil engineering students to develop critical thinking, visualization skills, and the ability to navigate the multiple layers of design: constructional, technical, conceptual, historical, and cultural. The focus of the course is to construct a plan and sections of a bridge that includes the landscape and selecting a scale to understand its materiality and detailing. Orthographic projection, with its unique ability to preserve scale, offers a precise open space for analytical investigation. Yet beyond its technical precision, drawing serves as an external memory, a cognitive extension that supports creativity and transformation. Ambiguities become opportunities for discovery. Descriptive geometry, as developed by Gaspard Monge (1746 -1818), remains a fundamental method for translating three-dimensional forms into two-dimensional representations, and vice versa. Through rigorous training in projection techniques, students learn to visualize, analyze, and manipulate spatial relationships and structural systems. These foundational skills cultivate the intuitive spatial reasoning essential for civil engineers able to engage with projects as both designers and builders of complex structures. Axonometric projection introduced in the second part of the semester, becomes a space for immersive exploration. It allows the unfolding of spatial depth and transparency, revealing a constructive logic through the slow layering of lines. These drawings are accumulations of thought, time, and precision. Imagination does not reside only in the mind. It is also embedded in the act of drawing, in the simple and personal language of lines, points, and planes. The paper becomes a space of projection, memory, and imagination. Drawing becomes a cycle of doing, analyzing, correcting, and redoing, a process that mirrors the iterative nature of both design and construction, enabling a reflected engagement with form and matter. Drawing is always a creative transformation.



Dessiner les ponts de Robert Maillart (Berne, 1872-Genève, 1940), c'est approcher l'œuvre de l'ingénieur par ses formes qui fascinèrent tant ses pairs que les architectes et les plasticiens. Diplômé de l'ETHZ en 1894, son œuvre géniale n'est pas une pure expression formelle. Si ses innovations sont souvent le fruit d'intuitions, basées sur des essais et sa pratique de constructeur, elles ne sont pas moins basées sur des connaissances solides en statique, de la physique et de la résistance des matériaux.

En considérant le béton armé – son matériau de prédilection – comme un matériau nouveau, monolithique – plus qu'un simple assemblage de béton et d'acier – et pouvant prendre toutes les formes, Maillart compris qu'il jouissait d'une liberté plus grande qu'avec, par exemple, le métal, qui est contraint par le laminage, ou le bois, limité par la taille des grumes et l'orientation des veines des arbres.

Les formes prises par le béton armé à ses débuts furent inspirées par les constructions en bois ou en pierre. Par exemple, le système Hennebique, avec sa hiérarchisation de poutres et poutrelles, garde la mémoire des échafaudages, des coffrages et témoigne de sa mise en œuvre. On entrevoit néanmoins déjà les propriétés du matériau qui se manifeste

esthétique d'architecte s'appuyant sur les traditions, et celle de l'ingénieur, basée sur l'efficacité, la rationalité, il est intéressant de s'attarder sur ce qui l'opposa à un autre ingénieur.

Arthur Rohn (1878-1956), professeur de statique et de construction des ponts à l'EPFZ entre 1908 et 1923, puis recteur jusqu'en 1926, est fasciné par le pragmatisme industriel observé en Amérique du Nord, à travers principalement des constructions métalliques. Mais, pour lui, les ponts doivent exprimer une forme prédéfinie, élémentaire : « Dans ce domaine, la statique est la base la plus sûre car la moins subjective. La forme doit être unitaire. Un pont sera beau dans la mesure où il apparaîtra comme un arc ou une poutre, mais pas les deux en même temps ».

Or, ce que nous enseignent les ouvrages de Maillart, c'est qu'un pont peut être arc et poutre à la fois, et qu'un arc à trois articulations, avec ses tympans évidés et son intrados en lignes brisées, s'éloigne considérablement de l'image préconçue d'un arc ou d'une voûte. Maillart n'invente pas les arcs à trois articulations – certains sont réalisés en métal au 19<sup>e</sup> siècle déjà et Emil Mörsch, théoricien du béton armé, en construit un en 1904, à Grünwald sur l'Isar en Bavière – mais ceux de Maillart sont sans précédent. Il fusionnera les parties de ses ponts et leur fera épouser

voûtes, Maillart revient sur le concours pour le pont de Zähringen à Fribourg où sa proposition d'arche unique de 110 m d'ouverture est rejetée au profit d'une solution à voûtes.

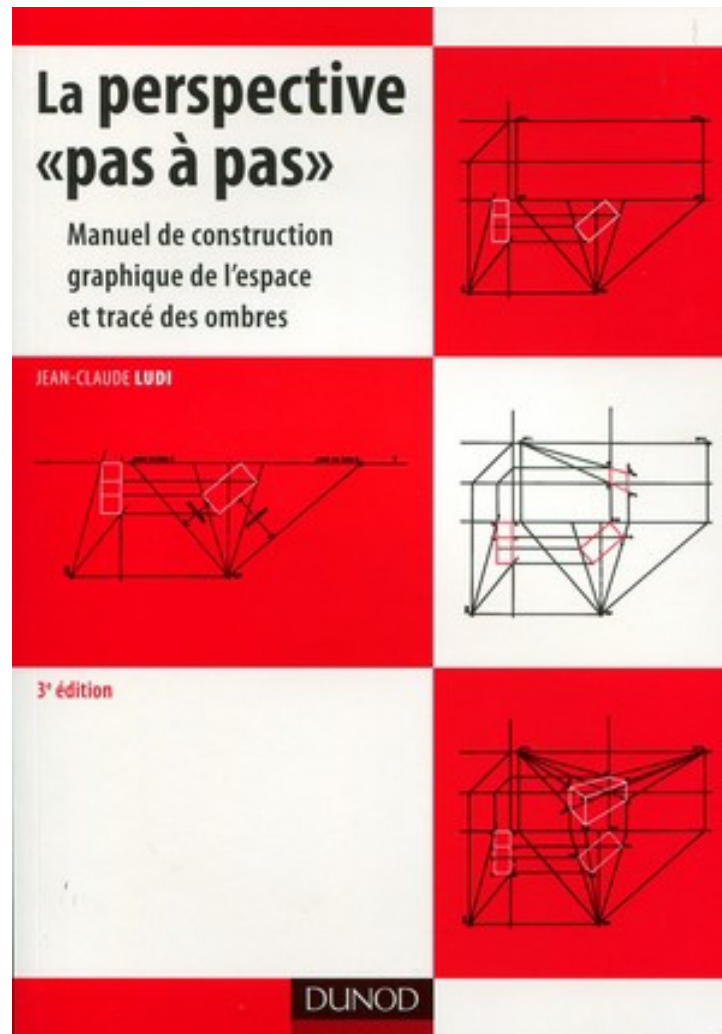
Maillart revient sur le concours pour le pont de Zähringen à Fribourg où sa proposition d'arche unique de 110 m d'ouverture est rejetée au profit d'une solution à voûtes successives imposée par une commission d'experts dominée par Rohn. L'ouvrage réalisé cherche à s'inscrire dans un contexte historique en imitant les ouvrages en pierre. Maillart regrette qu'on ne marquât pas autant d'audace que l'ancien pont suspendu que le nouvel ouvrage remplaça, mais il dénonce également l'influence néfaste des normes constructives qui se mettent alors en place et auxquelles Rohn contribua beaucoup.

En 1939, Robert Maillart et Eugène Freyssinet sont nommés membre d'honneur du Royal Institute of British Architects. À cette occasion, le Bulletin technique de la Suisse romande reproduit un extrait de texte de l'ingénieur publié dans le « Génie civil » du 16 mars 1935, dans lequel il décrit sa vision : « Si l'on veut tirer le meilleur parti du béton armé, pour la construction des ponts en arcs, on arrive souvent à des formes très différentes de celles des voûtes en maçonnerie, formes auxquelles nous sommes habitués et que,

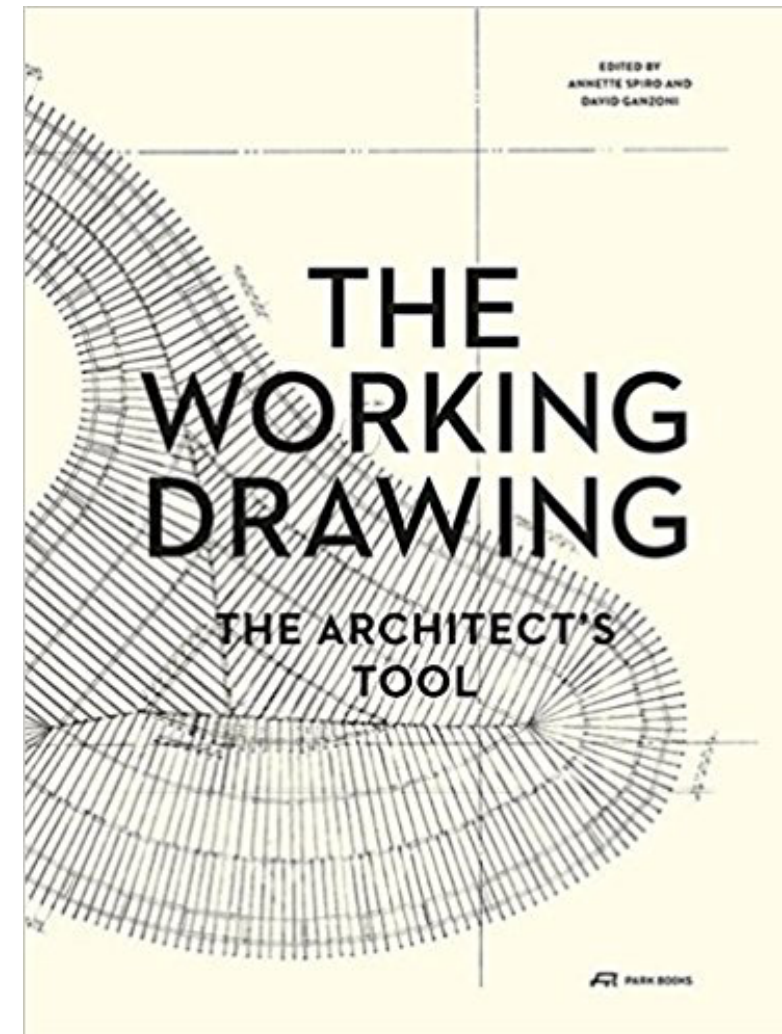
tendance est justifiée, ou s'il ne serait pas préférable de s'en tenir aux formes dictées par les considérations constructives ».

Cette génération d'ingénieurs accompagnant Maillart et Freyssinet, avec qui nous pouvons citer, entre autres, l'Autrichien Fritz von Emperger (1862-1942), l'Allemand Emil Mörsch (1872-1950) – déjà mentionné –, fera du béton armé un matériau incontournable au 20<sup>e</sup> siècle, construisant un véritable réseau d'échanges en Europe et au-delà. À ces noms, je voudrais ajouter le complice de Maillart, Mirko Roš (1879-1962), directeur du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (EMPA), dès 1924, puis président de direction entre 1937 et 1949. Mais ce que les étudiants ont patiemment étudiés avec leurs dessins à la main, c'est le vocabulaire alors inédit que Robert Maillart, s'affranchissant des préjugés, a imaginé en explorant les nouvelles possibilités techniques qui lui étaient offertes.





La perspective pas à pas  
Manuel de construction  
graphique de l'espace et tracé  
des ombres  
Jean Claude Ludi



The Working Drawing: The  
Architect's Tool  
by Annette Spiro (Editor) and  
David Ganzoni (Editor)

**Merci!**