

04/17 steeldoc

Musées



L'anniversaire d'une raffinerie d'art

Maître de l'ouvrage

Ministère de la Culture, Ministère de l'Éducation nationale

Architectes

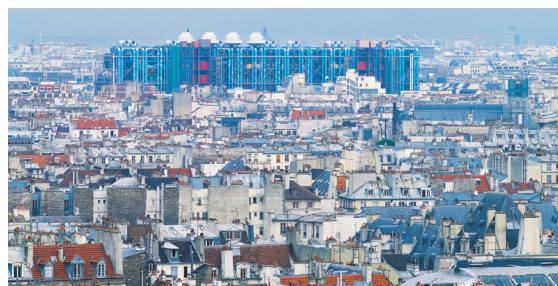
Studio Piano & Rogers, architects

Ingénieurs

Ove Arup & Partners

Achèvement

1972–1977



Centre Pompidou, Paris.

Le Centre national d'art et de culture de Paris, plus connu sous le nom de Centre Pompidou, souffle ses 40 bougies. Réputé pour ses collections d'art moderne et contemporain, il est surtout fameux pour son architecture expressive, fruit du travail conjoint des architectes Piano & Rogers et des ingénieurs d'Ove Arup & Partners. La célébration de quatre décennies de bons et loyaux services est l'occasion d'un retour en arrière sur la construction et sa genèse.

Tel un intrus déterminé, coûte que coûte, à ne pas céder sa place, le Centre Pompidou campe depuis 40 ans au cœur de Paris. Aujourd'hui encore, l'expressivité de son langage architectural en fait tout à la fois une sorte de monstre et un signal identifiable entre tous. Le caractère hors norme, exubérant de son architecture comme de ses contenus – avec des expositions d'une qualité toujours exceptionnelle – ne cesse de séduire le public. Avec plus de 200 millions de visiteurs depuis son ouverture, le Centre Pompidou est un des musées les plus visités d'Europe.

Dénommé aussi tout simplement « Beaubourg », le Centre national d'art et de culture Georges Pompidou a été décrit par ses auteurs Renzo Piano et Richard Rogers comme une « vaste structure pluridisciplinaire », une « fabrique culturelle ». Immense vaisseau spatial de verre et d'acier atterri fortuitement à Paris, bardé de tuyauteries multicolores, il y a aussitôt pris racine. Reflet de l'esprit de rupture caractéristique du milieu des années 1960 qui avait aussi touché l'architecture et l'ingénierie, le bâtiment incarne les valeurs de transparence et de démocratie en même temps qu'il est l'expression d'un langage architectural militant, caractérisé par la technique et la flexibilité, le mouvement et l'anti-monumentalisme, la distinction, enfin, entre peau et ossature. Le binôme Richard Rogers, Renzo Piano, Su Rogers et G. F. Franchini du Studio Piano & Rogers, et les ingénieurs Edmund Happold et Peter Rice d'Ove Arup & Partners, ont dans tous les cas conçu un édifice qui, aujourd'hui encore, est considéré comme l'archétype d'une architecture d'ingénieur réussie.

Champ libre pour l'art

En termes d'aspect, le musée se distingue par la présence, à l'extérieur, de la charpente métallique, des réseaux techniques et des circulations. L'idée directrice était de créer une carcasse entourant le bâtiment sans le brider, de manière à disposer d'un espace intérieur entièrement dégagé et librement aménageable. Ce parti architectural était à l'opposé de ce que la tradition avait produit jusqu'alors. Il s'agissait de ne rien cacher, de tout montrer – la structure, les réseaux, les circulations –, ce qui devait inévitablement se traduire au niveau des dispositions constructives. Toute la superstructure de l'édifice, qui comporte trois niveaux en sous-sol et sept en élévation, est en acier. L'ossature du bâtiment est constituée de 14 portiques espacés de 12,8 m sur toute la longueur du bâtiment, soit 166 m. Chaque portique est formé de deux poteaux reliés à chaque niveau par des poutres Warren assemblées par soudage de 5 m de haut et d'une portée de 44,8 m, sans aucun appui intermédiaire. La membrure supérieure des poutres est formée par deux tubes jumelés de 419 mm de diamètre, tandis que la membrure inférieure est constituée de barres jumelées de diamètre variable, passant de 160 mm à 225 mm de l'appui au centre de la poutre. Les diagonales du treillis – tubes pour la reprise des efforts de compression, barres pour la reprise des efforts de traction – sont positionnées entre les tubes de la membrure supérieure et entre les barres de la membrure inférieure. Les poutres treillis s'appuient sur des gerberettes (du nom de l'ingénieur Heinrich Gerber) en acier moulé. Il s'agit de leviers articulés entre

Coupe au travers de Paris :
au milieu, le Centre Pompidou ;
à droite, Notre-Dame.



Arts et Métiers

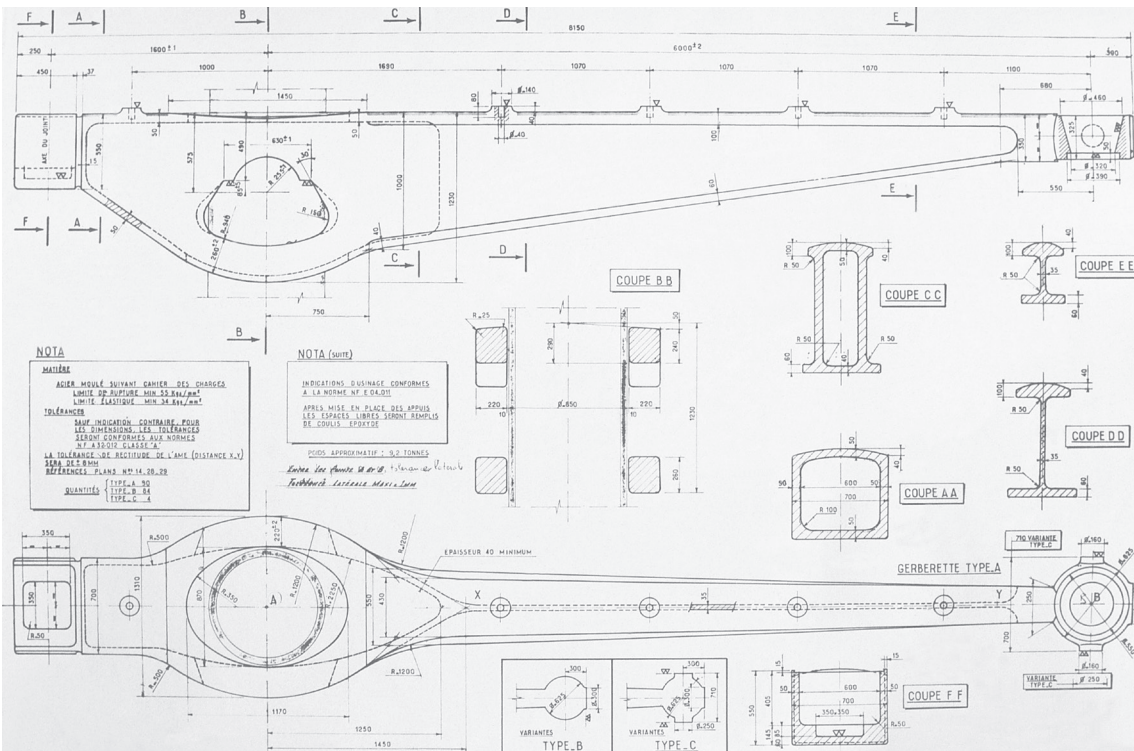
Centre Georges-Pompidou

Saint-Merri

Hôtel de ville

Seine

Notre-Dame Seine



Haut: vue de la façade ouest, depuis la Piazza.

Bas: plan d'exécution des gerbettes.



Les poutres treillis passent au-dessus de la terrasse. A droite, on identifie la jonction avec la façade ; à gauche, les poutres treillis trouvent leur prolongement dans les gerberettes fixées aux poteaux.

le poteau, sur lequel elles sont accrochées et qui est sollicité en compression (voir illustration p. 11), et un tirant placé à l'extérieur, qui complète le portique. Enfilées par le haut sur les poteaux – des tubes en acier moulés par centrifugation de 850 mm de diamètre et pesant 67 t –, les gerberettes sont bloquées à chaque niveau par un axe autorisant leur rotation dans le plan vertical. Côté intérieur, le bras des gerberettes a une longueur de 1,6 m et forme, dans le plan de la façade, l'appui sur lequel vient reposer la poutre Warren. Le bras extérieur (d'une longueur de 6 m²) est équilibré par le tirant (d = 220 mm), qui transmet les efforts de traction au sol. Les poteaux sont articulés en pied, l'articulation étant placée en tête d'un autre poteau qui assure la descente de charges jusqu'aux barrettes, 9 m plus bas, barrettes dans lesquelles sont également ancrés les tirants.

Le bâtiment ne comportant pas de noyau intérieur, le contreventement est situé à l'extérieur. Sur les longs pans de l'édifice, les treize travées sont stabilisées par des croix de Saint-André tendues (d = 60 mm), d'une hauteur de deux niveaux. Sur les pignons, du premier au cinquième étage, les poutres treillis sont reliées verticalement par des diagonales articulées formant un V inversé placé aux extrémités et au centre de la poutre. Avec les poutres treillis, elles forment un élément plan résistant aux déformations, qui contribue à rigidifier l'édifice.

Les éléments porteurs en acier sont peints en blanc pour les protéger de la corrosion. Les panneaux de façade, vitrés ou opaques selon leur emplacement, sont

installés en retrait de 1,6 m par rapport au squelette extérieur, dans un plan raidi par ailleurs. Au total, la structure porteuse a l'aspect d'un gigantesque Meccano® donnant clairement à voir le cheminement des efforts.

Expérimenter l'acier moulé

Les pièces en acier moulé sont plutôt inhabituelles dans la construction de bâtiments. Elles sont principalement utilisées dans l'industrie pétrolière ou gazière. Lorsqu'il fut décoré de la Royal Gold Medal britannique, Peter Rice s'est exprimé à ce sujet : « A l'époque (N.d.R. : au moment de l'étude du Centre Pompidou) expliqua-t-il, j'en suis venu à l'idée d'utiliser l'acier moulé parce que je voulais combattre certains préjugés et produire quelque chose d'inattendu. Je voulais permettre ainsi à l'observateur de se rapprocher d'éléments pour lesquels on n'éprouve normalement aucune attirance, au contraire (...). C'est l'authenticité de la relation, à l'état brut, entre la nature réelle des choses et l'élément qui permet la communication en direction du public ».

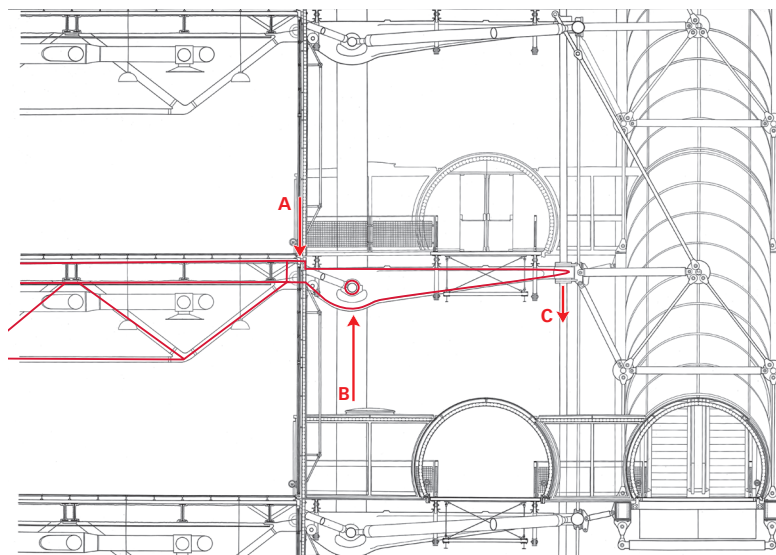
Maximiser le vide

Le fait de reléguer à l'extérieur, de manière visible, l'imposant squelette de l'édifice a permis aux architectes et aux ingénieurs de dégager l'espace intérieur de tous éléments porteurs et de créer des vastes plateaux libres de tout appui. Ces derniers, avec leurs 48 x 168 m sans poteaux, peuvent être utilisés sans contraintes pour des expositions ou aménagés librement pour d'autres usages. Les planchers sont constitués d'IPE 500, avec un entraxe de 3 m, sur lesquels reposent des dalles mixtes acier-béton de 6,40 m de

longueur, 5 m environ de largeur et 11 cm d'épaisseur. Pour assurer une flexibilité d'usage maximale, toutes les installations techniques et les circulations ont été rejetées contre la peau extérieure. Les ascenseurs et les escaliers mécaniques sont intégrés dans l'espace séparant les poteaux des tirants, sur la façade bordant la Piazza, les escaliers mécaniques étant logés dans un système de tubes transparents – la «Chenille» – d'où l'on jouit de vues exceptionnelles sur la ville. Les réseaux ont été installés dans le même espace tampon, entre façade et tirants, côté rue Beaubourg, avec pour chacun un code couleur particulier : bleu pour l'air, vert pour l'eau, jaune pour l'électricité, rouge pour les circulations.

Les marques du succès

Si, au début, le Centre Pompidou dut faire face à la fronde d'une partie de la population, il ne tarda pas, finalement, à être adopté par le public. Depuis son ouverture en 1977, des millions de visiteurs ont déambulé dans l'édifice. Un tel degré de popularité, bien supérieur aux attentes, a un prix : au début des années 1990, le centre culturel laissait apparaître des marques évidentes de l'usure due aux 150 millions de visiteurs, et même plus, déjà accueillis. Le Forum, surtout, nécessitait d'être rafraîchi tandis que l'escalier mécanique menant les visiteurs de la place à la terrasse du musée, en toiture, avait besoin d'être remis en état. Pendant les 27 mois qu'ont duré les travaux, le centre culturel a fait l'objet d'une rénovation de fond en comble, du troisième sous-sol jusqu'au belvédère. Il a rouvert ses portes en l'an 2000. L'impressionnante ossature avait remarquablement résisté au temps :



elle n'avait eu besoin de rien d'autre que d'un nettoyage et d'un coup de peinture. Les bureaux avaient par ailleurs déménagé dans d'autres immeubles, pour permettre surtout l'extension de la médiathèque.

Les 40 années de bons et loyaux services du centre ont été célébrées dignement, en 2017, avec de nombreuses expositions de circonstance et d'autres événements exceptionnels. La fin des festivités marque le début d'une nouvelle phase de rénovation. Vingt années se sont à nouveau écoulées depuis les derniers travaux et l'escalier mécanique a, à nouveau, besoin d'être remplacé. Les dispositions à l'entrée doivent également être améliorées et la bibliothèque réorganisée. Mais aujourd'hui, comme il y a 20 ans, la robustesse et la fiabilité de l'ossature en acier se vérifient. Bien qu'elle soit en permanence exposée aux intempéries, elle ne montre guère de stigmates d'usure, même après 40 ans. Une réussite qui, jusqu'à ce jour, n'a nécessité aucune intervention.

Coupe et vue en élévation, avec poutres treillis, poteaux et tirants, gerberettes, façade vitrée et systèmes de suspension et d'appui de la Chenille vitrée et des escaliers mécaniques. Les charges de compression et de traction y sont représentées schématiquement en rouge. A : charge de compression de la poutre en treillis sur la gerberette; B : reprise de charge de la gerberette sur le poteau extérieur; C : tirant.

Projet Centre Pompidou
Lieu Paris
Maître de l'ouvrage Ministère des Affaires culturelles, Ministère de l'Éducation nationale
Architectes Studio Piano & Rogers
Ingénieurs Ove Arup & Partners
Autres intervenants GTM (entreprise générale; Jean Thauray, directeur des travaux); Krupp, Pont-à-Mousson, Pohlig (BE structures); Voyer (structure secondaire); Otis (ascenseurs et escaliers mécaniques); Industrielle de Chauffage, Saunier Duval (chauffage-ventilation); CFEM (vitrage)
Construction métallique Krupp
Tonnage Env. 12 000 t
Système porteur Mégastructure externe constituée de poteaux, consoles, tirants, gerberettes en acier moulé (d'après le système de l'ingénieur allemand Heinrich Gerber)
Surface du terrain 2 ha
Surface brute 103 305 m²
Surface utile 70 000 m²
Dimensions 166 × 45 m, hauteur façade est 45,5 m, hauteur façade ouest 42 m

Volume 499 808 m³, dont 226 493 m³ enterrés
Usage Centre d'art moderne et contemporain, centre culturel
Coût total 993 mio francs français
Montant des travaux Env. 500 mio francs français (env. 76 mio d'euros)
Concours 1969–1971
Durée des travaux 1972–1977
Achèvement 1977
Protection incendie Circulation d'eau à l'intérieur des 28 poteaux/gainages isolant : laine de roche Rocksil et acier inoxydable; Marinite; Capoflex/flocage : Mandolite; Vanifiber
Rénovation 1997–2000
Architecte rénovation Renzo Piano Building Workshop
Ingénieurs rénovation GEC Ingénierie (économie et structure secondaire)
Autres intervenants rénovation INEX (climatisation); Setec (structure primaire et électricité); Peutz & Associés (acoustique); R. Labeyrie (équipements audio/vidéo); Integral R. Baur (signalétique); R. Jeol, P. Castiglioni (éclairage); Diluvial/AMCO (bassins); N. Green & A. Hunt Associés (auvent); ODM (coordination sécurité)
Prochaine rénovation 2018–2020

Impressum

steeldoc 04/17, décembre 2017

Musées

Editeur :

SZS Centre suisse de la construction métallique, Zurich

Patric Fischli-Boson

Rédaction et textes :

espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich

Franziska Quandt, direction de projet

Judit Solt

Clementine Hegner-van Rooden, pp. 4–7

Franziska Quandt et

Clementine Hegner-van Rooden, pp. 8–11

Philippe Morel et Fabrizio Gerneï pp. 12–17

Clementine Hegner-van Rooden pp. 18–22

Philippe Morel, secrétaire de rédaction

Traduction allemand–français :

Chantal Pradines, Michel Crisinel

Traduction français–allemand :

Walter Rinderknecht

Textes basés sur les informations des concepteurs.

Les informations et les plans ont été fournis par

les bureaux d'études.

Mise en page :

espazium – Les éditions pour la culture du bâti, Zurich

Claudia Hodel, Anna-Lena Walther

Photos :

Titre : François Brix

Editorial : Michel Denancé

p. 4–7 : l'atelier d'architecture Pierre Hebbelinck et

François Brix

S. 6 : Christian Schädlich,

© Geymüller, Verlag für Architektur

p. 7 : Atelier d'Architecture Pierre Hebbelinck

p. 8, 9 : Michel Denancé

p. 10 : Francesca Avanzinelli

p. 13 : David Linford

p. 14 : Frédéric Biver et Michel Bovay

p. 15 : David Linford

p. 16, 17 (haut) : Michel Bovay

p. 17 : Mike Bink

p. 19, 22 : Christian Richters

p. 20, 21 : Pieter Kers

Conception graphique :

Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zurich

Impression :

Stämpfli SA, Berne

ISSN 0255-3104

Abonnement annuel CHF 60.– / étranger CHF 90.–

Numéros isolés CHF 18.– / numéros doubles CHF 30.–

Sous réserve de changement de prix.

A commander sur www.szs.ch/steeldoc

Construire en acier/steeldoc® est la documentation d'architecture du Centre suisse de la construction métallique et paraît quatre fois par an en allemand et en français. Les membres du SZS reçoivent l'abonnement ainsi que les renseignements techniques du SZS gratuitement.

Toute publication des ouvrages implique l'accord des architectes, le droit d'auteur des photos est réservé aux photographes. La reproduction et la traduction, même partielles, de cette édition ne sont possibles qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur et l'indication de la source.

**Abonnement annuel à steeldoc pour CHF 60.–
(gratuit pour les étudiants) sur www.szs.ch/steeldoc**