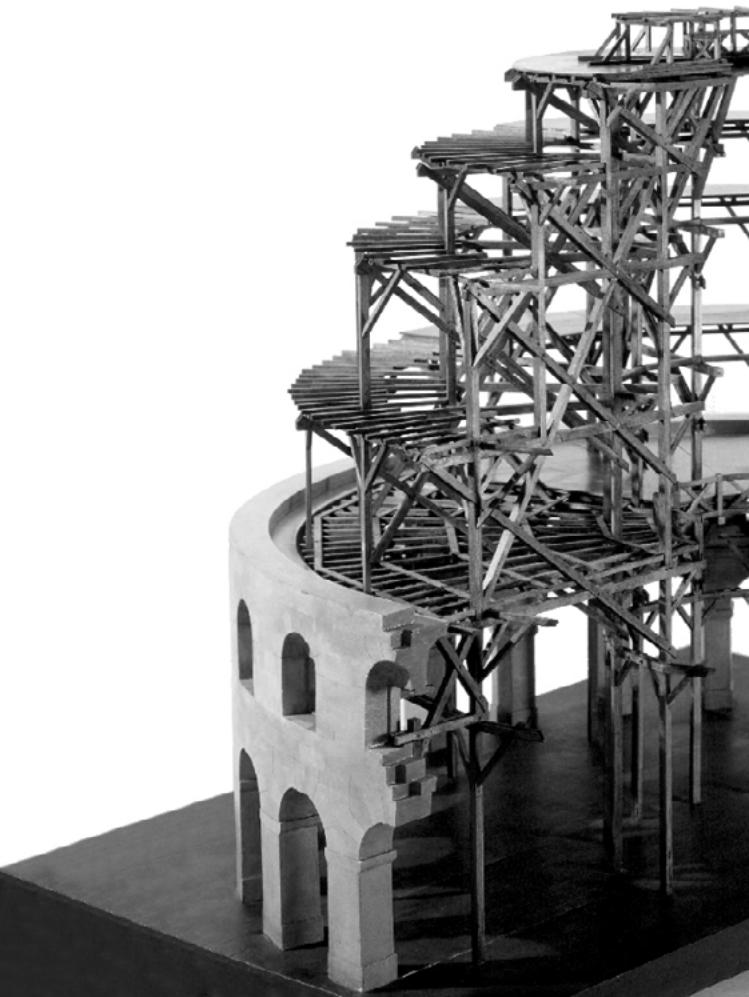


La cupola metallica dell'«halle au blé» di Parigi (1806-1813), un'architettura meccanica

Jean-Roch Dumont Saint-Priest
jeanrochdsp@gmail.com

La costruzione della copertura metallica dell'ex mercato del grano di Parigi fu una questione strategica per l'approvvigionamento alimentare della città. Questo vero e proprio monumento, chiamato anche "Louvre del popolo" dallo stesso Napoleone, doveva essere protetto e salvaguardato nel tempo. Eretta all'alba della Rivoluzione industriale francese, la cupola del mercato del grano prefigurò un secolo di architettura in ferro in Europa. Il suo cantiere (1808-1813) inaugurò collaborazioni pionieristiche e nuove pratiche professionali nell'arte della costruzione. L'architetto François-Joseph Bélanger e il capomastro François Brunet concepirono un inedito processo progettuale impostato sul calcolo strutturale delle parti prefabbricate. Insieme, offrirono una soluzione innovativa per coprire l'edificio costruito da Nicolas Le Camus de Mézières nel 1783 sostituendo la cupola in legno realizzata da Jacques-Guillaume Legrand e Jacques Molinos nel 1783, distrutta da un incendio nel 1802. La descrizione e l'analisi critica delle diverse fasi costruttive della cupola metallica, «realizzata con la precisione di un orologio», consente di definire per la prima volta questa impresa nel suo contesto storico e architettonico.



La coupole métallique de la halle au blé de Paris (1806-1813), une architecture mécanique

Jean-Roch Dumont Saint-Priest

À l'orée d'un nouveau chapitre de l'histoire de la Bourse de commerce de Paris, l'étude des archives du chantier de sa coupole offre des éléments pour mieux appréhender la complexité de sa charpente métallique conçue comme «un ouvrage d'horlogerie»¹. La comparaison de cette coupole à un mécanisme est intéressante: elle évoque notamment l'apport de mécaniciens au projet et la souplesse structurelle de l'assemblage. Les devis, les plans, les mémoires d'ouvrages ou les lettres du dossier F¹³ 1163 conservé aux Archives nationales n'avaient pas encore été étudiés dans leur intégralité. Ils livrent de nouveaux éléments pour analyser une réalisation emblématique de la construction civile sous l'Empire qui préfigure un siècle d'architecture métallique en France.

Avant de devenir l'écrin d'une fondation d'art en 2020, la Bourse de commerce est à l'origine une halle au blé réalisée en 1763 par Nicolas Le Camus de Mézières. Il s'agit alors d'un vaste carreau à l'air libre, entouré d'une double nef de galeries voûtées, surmontées de greniers. Ces derniers se révèlent rapidement trop exigus et l'on se détermine à couvrir le carreau. Compte tenu du diamètre de cette aire (37 mètres) et de la fragilité structurelle de l'anneau, la conception d'un tel couverture représente alors un défi architectural exceptionnel. Les architectes Jacques-Guillaume Legrand et Jacques Molinos, associés au charpentier André Roubo, construisent une première couverture en

1. Archives nationales (AN), F¹³ 1163.

bois qui remet à l'honneur les principes de la charpente selon la méthode de Philibert Delorme². Ce nouveau dôme présente tôt des fragilités et disparaît dans un incendie en 1802. En 1807, après de longues tergiversations, une commission chargée par l'administration impériale de désigner le nouvel architecte de la halle choisit François-Joseph Bélanger pour diriger la construction d'une coupole métallique³. Dès lors, Bélanger met à jour un projet (fig. 1) qu'il avait élaboré dès 1781. La coupole qu'il envisage de bâtir est décrite par l'architecte comme «un melon coupé sur sa longueur»⁴. Un dessin conservé à la Bibliothèques nationale de France (BNF) présente l'ouvrage couvrant la halle de Le Camus après 1813 (voir fig. 2). Pour concevoir cette charpente, Bélanger s'adjoit un contrôleur de chantier, François Brunet. Cet ancien entrepreneur en bâtiments apporte à l'architecte des compétences en matière de mécanique qui contribuent à rationaliser la structure de la charpente⁵. Le choix du calcul comme premier outil de l'art de bâtir⁶, la préfabrication d'éléments assemblés sur place, l'expérimentation des capacités des métaux et la configuration délicate du chantier font de la collaboration de Bélanger et de Brunet un moment important de l'histoire de l'architecture métallique en France.

Les deux premières études consacrées à la coupole paraissent dans le journal technique «Le Génie civil» en 1888⁷. Dans les années 1930, les travaux de Sigfried Giedion⁸ et de Jean Stern⁹ renouvellent l'approche de la réalisation. Giedion analyse le chantier à l'aune du rêve moderniste de l'alliance de l'architecte et de l'ingénieur alors que Stern étudie la construction en biographe de Bélanger. En 1973, une recherche conduite à l'Université de Washington¹⁰ évoque la diversité des projets de reconstruction de la charpente après l'incendie et en 1984, Mark Deming approfondit «l'étude de la fascinante coupole de Legrand et Molinos»¹¹. Dans les années 2000, d'autres recherches évoquent les enjeux liés à la réalisation des dômes de la halle¹². Dans le cadre de la restauration de la Bourse

2. DEMING 1984.

3. *Ibidem*.

4. AN, F¹³ 1165.

5. BRUNET 1809.

6. *Ibidem*.

7. CANOVETTI 1888, pp. 242-244; GENTILINI 1888, pp. 97-101.

8. GIEDION 1928.

9. STERN 1930.

10. WIEBENSON 1973.

11. DEMING 1984.

12. RABREAU 1974, pp. 303-307; LEMOINE 1986; MARREY 1989; PICON 1994; VAN DER MALIÈRE 1998; POISSON 2002.

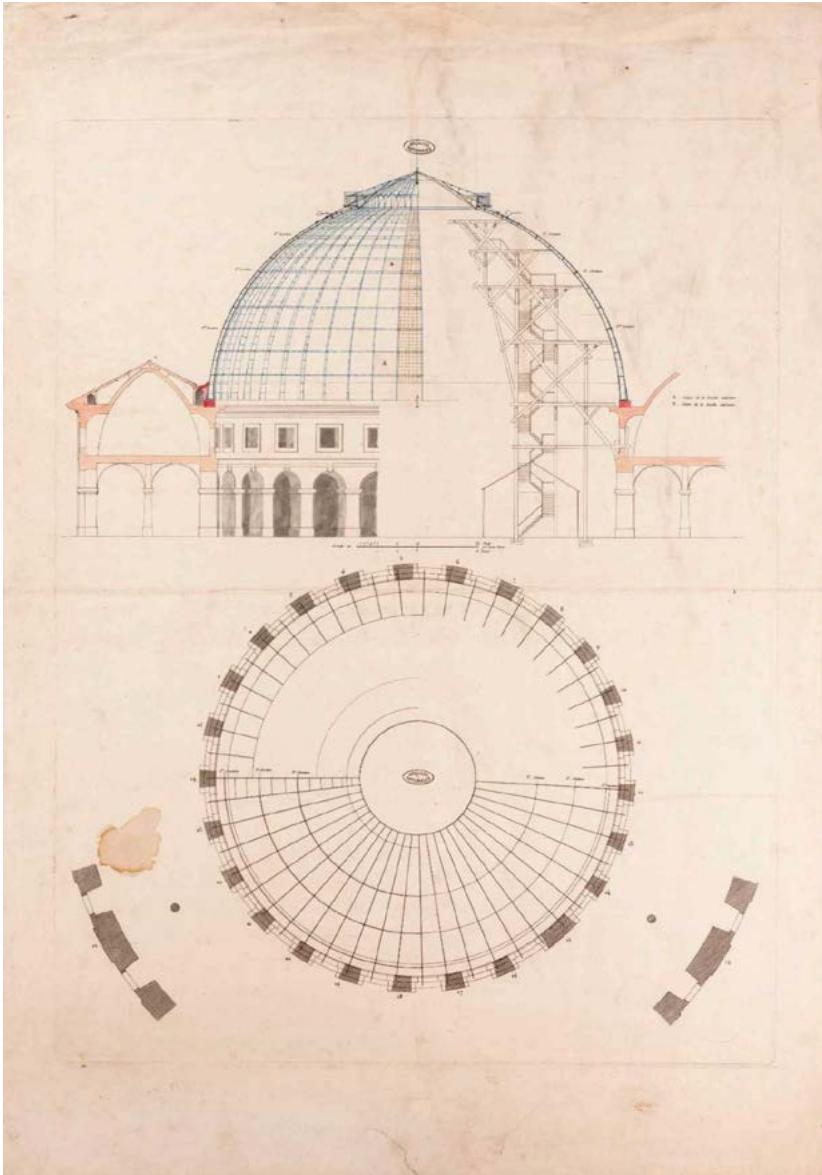


Figure 1. Agence Bélanger, Plan d'étude pour la charpente de la halle aux grains et farines de Paris, 1809, mine de plomb, plume, lavis, aquarelle. Archives nationales (AN), NIII Seine 1067 (© AN, Paris).



Figure 2. Vue extérieure de la halle au blé, vers 1820, gravure, Coulon fils. BNF, département des Estampes et de la photographie (© BNF, Paris).

de commerce à partir de 2016, une étude menée par l'agence de l'architecte en chef des monuments historiques Pierre-Antoine Gatier¹³ analyse l'histoire globale du site et plus particulièrement la transformation opérée par Henri Blondel en 1888 qui donne à la Bourse son aspect actuel. En 2019, à la suite du colloque organisé sur François-Joseph Bélanger¹⁴, l'ingénieur Matteo Porrino et l'historien de l'industrie Jean-François Belhoste livrent un nouveau travail sur la coupole en étudiant la charpente du point de vue de son originalité technique¹⁵.

Ces approches peuvent aussi être approfondies par une analyse de l'ouvrage du point de l'histoire de son chantier, depuis son élaboration jusqu'à son aboutissement. Il s'agit en particulier de caractériser la complexité de la réalisation de ce projet architectural à l'aune des acteurs qui y jouent un rôle déterminant. Evoquer les sources mobilisées par l'architecte, les difficultés de la conduite des travaux et la critique de l'ouvrage permet ainsi de proposer une image encore inédite de la construction de la coupole métallique de la halle au blé parisienne.

La variété des sources architecturales de la coupole de la Halle au blé

Pour Bélanger, le dôme de la Halle au blé constitue «un édifice d'un genre dont la construction n'a dans le monde aucun modèle»¹⁶. Son ossature en fer coulé et forgé, renforcée d'un fin grillage en fer forgé couvrant toute sa surface, est protégée par une couverture de tuiles de cuivre rouge, laminées et étamées, «grippées par des ourlets de manière qu'on n'a jamais besoin de les souder»¹⁷ qui lui confère un aspect unique. Pourtant, il est clair pour l'architecte que ce projet lui permet de se mesurer tant à la coupole du Panthéon romain qu'à celle du *caldarium* des thermes de Caracalla. Jean Rondelet, en analysant la coupole de Bélanger dans son *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* cite à ce propos un passage de *l'Histoire Auguste* d'Ælius Spartianus.

13. Agence Pierre-Antoine Gatier Architecte en chef des monuments historiques, *Etude historique réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation de travaux*, mars 2017.

14. Colloque *François-Joseph Bélanger (1744-1818): Architecture et société de l'Ancien Régime à la Restauration*, Paris et Maisons-Laffitte, 8 décembre 2018, intervention de Matteo Porrino, *Conception d'une structure révolutionnaire...Notes sur la coupole en fonte et fer forgé de l'ancienne Halle au blé de Paris (1813-2018)*.

15. PORRINO (à paraître).

16. AN, F¹³ 1165, 1809.

17. Paris, Bibliothèque historique de la Ville de Paris (BHVP), NA Ms. 182.

«C'est dans les thermes de Caracalla que se trouve cette salle, *soleare*, dont la structure paraît inimitable aux architectes mêmes. On dit en effet que le réseau de sa voûte était entièrement composé de barres de cuivre ou de bronze; et sa largeur était si grande que de savants mécaniciens sont portés à en nier la possibilité»¹⁸.

L'emploi du métal dans l'architecture est limité à quelques exemples exceptionnels dans la France du début du XIXe siècle. Son usage structurel est l'objet d'une certaine méfiance. Prolongeant le débat sur la stabilité du dôme du Panthéon parisien, les discussions à propos de la construction d'une coupole métallique pour la Halle au blé illustrent la divergence des points de vue français. Charles-François Viel de Saint-Maux se prononce contre «l'érection d'une coupole en fer dont tout concourt à faire rejeter ce genre de construction parasite»¹⁹, doutant de la longévité des métaux dans l'espace public dans une époque de troubles politiques.

«L'on ne peut remplir l'exigence de solidité dans la construction d'une coupole en fer, à la Halle au blé, car elle resterait exposée à des chances diverses de destructions. En effet, interrogeons l'histoire de l'art sur les constructions en métal, elle nous apprend que c'est à l'époque où l'architecture était dégénérée chez les romains, que cette nature de voûte parut dans leurs grands édifices. Or, c'est à ces époques de désordres et de destructions, que tout métal est saisi, jeté en fusion pour être converti en des formes nouvelles et à des usages différents»²⁰.

Au début de l'année 1807, la proposition d'une coupole en pierre par Jean Rondelet semble retenir les suffrages du Ministère de l'Intérieur. Pourtant, Bélanger insiste auprès de la Commission rassemblée pour étudier les différents projets de coupole et compare son projet à une autre réalisation antérieure:

«J'ai vu il y a quatre ans environ à l'abbaye bénédictine de Lyessies, une ancienne salle du trésor des religieux. [...] J'examinai cette construction dont les linteaux de bronze d'une assez faible dimension devaient leur solidité à leur assemblage qui formaient intérieurement un plafond avec des pendentifs et des retombées en culs de lampe»²¹.

Aucune trace de cette architecture métallique intéressante n'est conservée à ce jour mais elle coïncide peut-être avec le développement de l'abbaye dans le premier quart du XVIe siècle. En tout état de cause, cela témoigne de l'intérêt de Bélanger pour la complexité des voûtes et on peut supposer qu'il avait observé celle de l'église parisienne de Saint-Eustache située à proximité immédiate de son chantier.

18. RONDELET 1814.

19. VIEL DE SAINT MAUX 1807, p. 151.

20. *Ivi*, p. 31.

21. BHVP, NA Ms. 182.

L'émergence d'un nouveau matériau pour construire

Les ponts anglais sont un sujet de prédilection pour Bélanger qui les dessine dans son carnet de voyages outre-Manche²². Lors de trois séjours en Angleterre entre 1774 et 1780²³, il remarque également des mécanismes de roues de carrosse, une barrière ouvrant dans les deux sens ou encore une pompe à eau²⁴. Le jeune architecte visite au moins deux fois les fours de Darby en approfondissant son intérêt pour l'industrie de la fonte et de la porcelaine. Bélanger mesure bien l'avancée anglaise en matière d'industrialisation. Il recourt à un argument politique pour convaincre Emmanuel Crétet, alors ministre de l'Intérieur, de la pertinence de son projet:

«Il convient enfin d'apprendre à l'Europe savante que nous n'avons plus besoin d'emprunter des Anglais nos connaissances dans l'art de construire et que s'ils ont été les premiers à substituer le fer fondu pour suppléer aux pierres et à la charpente dans la construction des différentes poutres, c'est qu'ils manquaient de pierres et de bois, mais que longtemps avant on avait l'exemple même en France de conceptions aussi hardies, qu'on a même su les perfectionner et les exécuter dans des dimensions qu'ils n'ont pas encore osé tenter»²⁵.

L'Empereur n'est pourtant toujours pas convaincu en 1810 de l'intérêt de la passerelle de fer qui relie l'Institut au Palais du Louvre, l'actuel pont des Arts: «Cela n'a aucune apparence de solidité ; ce pont n'a rien de grandiose : je conçois qu'en Angleterre, où la pierre est rare, on emploie le fer pour les ponts d'une grande dimension mais non en France, où tout abonde!»²⁶.

Entre 1742 et 1748, Nicolas Zabaglia, maître-maçon, charpentier et inventeur, conduit la consolidation du dôme de la basilique Saint-Pierre de Rome²⁷. Le chantier fait école et le fer participe à de telles actions de façon de plus en plus fréquente. Les dessins que produit Zabaglia sont largement diffusés dans le milieu des architectes parisiens (fig. 3). Ils suscitent notamment l'intérêt de Bélanger qui, dans ses travaux, multiplie les références à ce constructeur. L'architecte a également connaissance des chantiers concernant le lanterneau de la cage d'escalier de Soufflot au Louvre²⁸ entre 1779 et 1781

22. Paris, École Nationale Supérieure des Beaux-Arts (ENSBA), F.-J. BÉLANGER, *Carnet de voyage en Angleterre, 1774-1780*, Ms. PC 12760.

23. WOODBRIDGE 1994, pp. 20-29.

24. BARRIER 1997, p. 168.

25. BHVP, NA Ms. 182, fol. 22: «Moyen présenté à Mgr le ministre de l'Intérieur pour ériger une coupole dont la charpente, entièrement en fer, devait être recouverte par des feuilles en cuivre laminées».

26. BAUSSET 1827-1829, p. 273.

27. MARINO 2008.

28. FRANCASTEL 1959, p. 384.

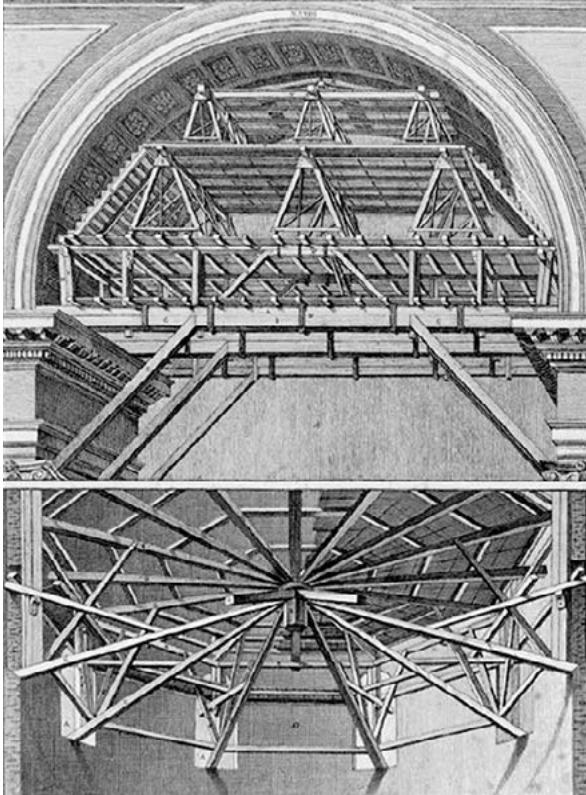


Figure 3. Nicola Zabaglia, échafaudage, dessin de Francesco Rostagni, gravure de Nicola Gutierrez (da ZABAGLIA 1743, t. XXVIII).

et la charpente métallique du Salon Carré réalisée par Maximilien Brébion en 1789. Bélanger lui-même indique avoir «exécuté en 1781 une galerie à Neuilly [...] avec des carreaux de glace qui s'emboîtent dans les rainures qui les reçoivent qui n'ont même éprouvé aucune espèce d'avaries par le mouvement du fer»²⁹ ainsi que des planchers et des combles rue Saint-Georges et rue Joubert «qui n'ont supporté aucune altération»³⁰.

29. BHVP, NA Ms. 182. Bélanger évoque aussi le travail d'Angot pour les combles plats en terrasse d'une maison rue Saint Victor, celui de Despagnac pour les combles de deux maisons rue d'Anjou Saint-Honoré et l'Ecole de Médecine de Gondoin qui emploie du fer pour consolider ses poutres principales.

30. BHVP, NA Ms. 182.

Pas moins de cinq architectes envisagent en 1807 une armature en fer forgé ou coulé pour la Halle au blé. Outre le projet du mécanicien Decaen d'une large verrière au sommet d'une voûte de fer, Jacques-Guillaume Legrand propose une coupole ingénieuse en panneaux de fonte s'emboîtant les uns dans les autres (fig. 4)³¹. Bélanger n'est donc pas isolé dans l'intérêt qu'il porte à la construction métallique.

En dépit de ses hésitations, la Commission décide finalement le 20 août 1807 qu'une coupole «composée d'axes verticaux en fer fondu, liée par des entretoises en fer forgé, et assise sur une base disposée avec solidité sur les piliers actuels pourrait remplir les vues du Gouvernement»³², se ralliant ainsi à l'avis de Becquey de Beaupré qui supervise alors la construction du pont métallique d'Austerlitz³³.

Des travaux placés sous haute surveillance

Lorsque Napoléon Bonaparte évoque le sujet de l'acheminement et de l'entreposage des grains à Paris, il affirme «qu'il n'est aucune mesure de gouvernement plus susceptible d'influer sur le bonheur du peuple et sur la tranquillité de l'administration que la certitude de l'existence de cet approvisionnement»³⁴. Le pain étant l'aliment de base sous l'Empire, la Halle au blé constitue un lieu de régulation essentiel des activités parisiennes si bien que Bonaparte lui-même nomme la Halle au blé le «Louvre du peuple»³⁵. C'est à ce titre que Crétet s'intéresse de près à la construction de la coupole. Il adresse une note au Conseil des Bâtiments civils au début de l'année 1808 pour garantir la bonne conduite de l'ouvrage et placer le chantier de Bélanger sous l'inspection de Jean Rondelet³⁶. Ce dernier remplit sa mission conformément à l'esprit de prudence du ministre, comme en témoigne son premier rapport:

«Il me semble que les détails minutieux auxquels M. Bélanger s'est livré lui ont fait perdre de vue les effets qui doivent résulter d'une opération aussi considérable. Les emmanchements et les assemblages sont combinés comme pour une pendule dont les pièces sont parfaitement exécutées et n'offrent aucune difficulté pour les réunir. [...] On n'a pas calculé que cette précision, qu'il n'est pas possible d'atteindre avec de la fonte, rendra la pose sinon impossible, du moins extrêmement difficile»³⁷.

31. BHVP, Ms. CP 4823: «Idées du citoyen Decaen sur la reconstruction de la coupole de la halle aux Grains et Farines», projet de coupole «en fer et en vitrage».

32. AN, F¹³ 1163.

33. HILLAIRET 1972.

34. AN, AF IV 884, Minute n° 53, C. 16561, lettre de Napoléon à Montalivet, 15 juin 1810.

35. «Journal des Bâtiments Civils et des Arts», 9, 24 frimaire an XI, 15 décembre 1802, pp. 392-393.

36. AN, F¹³ 1163.

37. AN, F¹³ 1163, rapport de Rondelet au ministre de l'Intérieur, 16 novembre 1809.

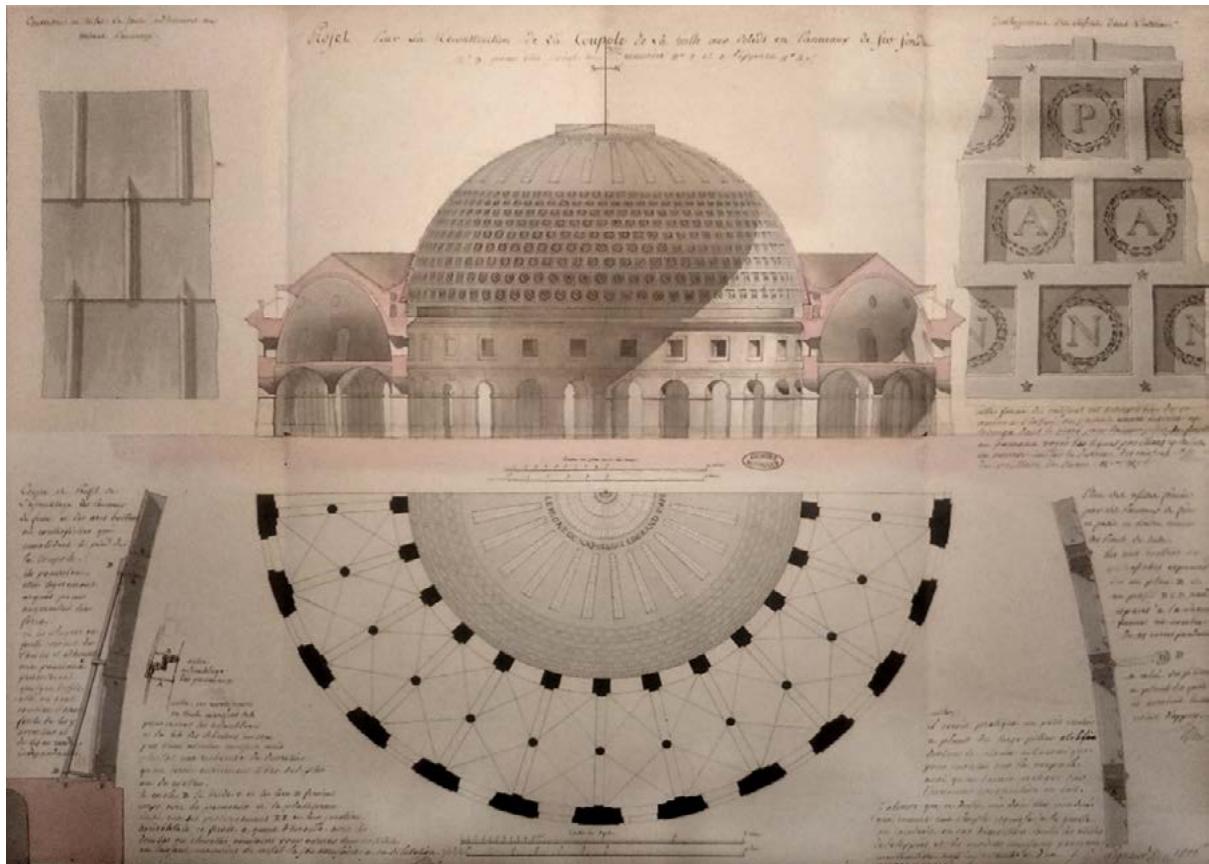


Figure 4. Jacques-Guillaume Legrand, projet pour la reconstruction de la coupole de la halle aux blés, 1806, plume, mine de plomb, lavis, aquarelle, encre de chine. AN, F131163 (© Jean-Roch Dumont Saint-Priest).

Bélanger proteste en invoquant que Rondelet ne devait pas exercer «la qualité de censeur»³⁸, ayant proposé lui-même un projet pour la reconstruction de la coupole³⁹.

«Si de la précision et de la rectitude des moyens employés, M. Rondelet conclut qu'on ne peut s'éloigner des moyens de bien exécuter il aurait, ce me semble, raisonné en ce sens contraire de tous les principes de la théorie et de l'analyse en mécanique et en métallurgie»⁴⁰.

La confrontation des points de vue des deux architectes se renforce tout au long du chantier. En février 1810, il est une fois de plus question d'un désaccord entre eux. Rondelet rapporte à Bruyère, l'omnipotent directeur des travaux publics, qu'il est «obsédé par toute l'agitation de M. Bellanger, ainsi que par les propos indiscrets qu'il tient»⁴¹ si bien que Rondelet suggère à Bruyère de choisir un nouvel inspecteur du chantier, l'architecte Garrez. La proposition de Rondelet est refusée⁴².

Montalivet, nouveau ministre de l'Intérieur à la suite de la démission de Crétet, observe aussi attentivement l'actualité du chantier. En août 1810, Bélanger lui remet un compte-rendu des travaux, peu avancés. Insatisfait de cette lenteur, le préfet de Police invite le ministre à faire activer les travaux⁴³. Craignant le mécontentement de l'Empereur, Montalivet prend des dispositions particulièrement sévères à l'encontre de Bélanger le 1er septembre 1812. L'architecte découvre par un arrêté que «les travaux tant de la Coupole en fer que de la couverture en cuivre de la halle aux grains devront être terminés d'ici à la fin de décembre»⁴⁴ de l'année 1812 et que «les traitements et honoraires de tous les agents attachés aux dits travaux cesseront à partir du 1er janvier 1813»⁴⁵. Bélanger mobilise Brunet pour poursuivre le chantier:

38. AN, F¹³ 1163, lettre du 14 décembre 1809.

39. RONDELET 1803.

40. AN, F¹³ 1163.

41. AN, F¹³ 206.

42. *Ibidem*.

43. AN, F¹³ 1163, lettre du préfet de Police au ministre de l'Intérieur le 3 octobre 1810.

44. AN, F¹³ 1163, Arrêté du 1er septembre 1812 relatif aux travaux de la coupole métallique de la halle au blé.

45. AN, F¹³ 1163.

«En attendant que nous cessions de vivre faute de pain ou des moyens d'en avoir, entendons-nous je vous prie, sur la manière de nous réunir, car les travaux de la tour de Babel ont discontinué parce que Regnaleb⁴⁶, qui en était l'architecte, ne se rencontrait que très rarement avec Tenurb⁴⁷, qui n'était que le contrôleur [...]: de là naquit la confusion et le désordre, ce qu'il faut éviter»⁴⁸.

L'organisation originale de l'agence Bélanger

Brunet joue un rôle déterminant dans la réalisation de la coupole, en occupant la fonction de contrôleur du chantier. Cet ancien entrepreneur en bâtiment n'est pas un ingénieur, bien que Sigfried Giedion⁴⁹ lui ait prêté ce rôle. L'apport le plus marquant de Brunet consiste en la réalisation de tableaux de calculs⁵⁰ qui servent à définir à l'avance les dimensions des éléments de la charpente, au millimètre près, dans une démarche qui ambitionne de remplacer le travail d'épure par une approche mathématique. Brunet conseille ainsi à Bélanger de diviser chacune des⁵¹ nervures verticales de la coupole en quatre parties⁵¹ pour faciliter leur transport et minimiser les coefficients de rétractation de la fonte. Brunet collabore avec les administrateurs des forges du Creusot (en Saône-et-Loire) pour évaluer la résistance des fontes. Il assure aussi le suivi de l'ouvrage et la définition des modes d'organisation des différents compagnons. Grâce à son conseil, Bélanger déploie également son intérêt pour les machines permettant l'élévation des pièces préconstruites sur le chantier⁵².

S'ils travaillent de façon indépendante et subordonnée⁵³, Brunet et Bélanger reçoivent tous les deux leur rémunération du ministère de l'Intérieur. Les travaux de la coupole étant de première

46. Anagramme de Bélanger.

47. Anagramme de Brunet.

48. BHVP, NA Ms 182, fol. 189.

49. GIEDION 1928.

50. BRUNET 1809.

51. AN, F¹³ 1163.

52. *Ivi*, *Systèmes de traction pour acheminer les pièces sur l'échafaud de la coupole de la halle au blé*, 1808.

53. *Ivi*, arrêté du 30 juin 1809 portant organisation de la Direction des travaux de la construction de la coupole de la halle aux grains et farines.

classe⁵⁴, Bélanger reçoit la somme de 3.500 francs annuels majorés d'un traitement proportionnel aux résultats⁵⁵, alors que Brunet est rémunéré 3.000 francs⁵⁶.

Bélanger s'entoure d'autres professionnels ayant «des connaissances particulières dans l'art de la serrurerie»⁵⁷, comme en témoigne le choix des conducteurs du chantier, le serrurier Jacquemard et le mécanicien Leschner.

«Leschner, (c'est son nom), il est saxon. Son goût naturel a dirigé son éducation sur l'étude de la mécanique. [...] L'éducation de ce jeune homme, s'est particulièrement portée sur l'étude des améliorations des fers coulés et sur les moyens d'utiliser leur emploi, pour suppléer à la pierre et au bois dans l'usage des bâtiments. Il est également fort instruit dans le mécanisme des théâtres»⁵⁸.

Pierre-Luc-Charles Cicéri⁵⁹ et Jacques-Ignace Hittorff, employés par Bélanger comme commis aux attachements et aux écritures⁶⁰, croquent l'évolution du chantier. Tous deux ont suivi l'enseignement de Bélanger et adopté son trait énergique ainsi que son goût pour la recherche ornementale. Les nombreux dessins conservés par Hittorff⁶¹ témoignent en particulier de l'activité des ouvriers assemblant l'ouvrage (fig. 5). Le rôle de ce dernier sur le chantier demeure toutefois encore trop mal connu. Il est peu probable, compte tenu de sa jeunesse, qu'il ait eu un rôle déterminant à jouer dans la construction de la coupole. Hittorff reste marqué par son expérience à la Halle au blé avec Bélanger. La maîtrise des problèmes structurels, les plans centrés et l'intérêt pour le fer dans l'architecture demeurent des caractéristiques récurrentes de son œuvre.

54. AN, F¹³ 1163, Article 7 du règlement général du 18 octobre 1808 sur les travaux de la coupole de la halle aux grains et farines de Paris.

55. AN, F¹³ 1163.

56. *Ibidem*.

57. AN, F¹³ 210, *Propositions soumises à Son Excellence pour l'organisation des différents artistes et agents qui doivent être employés à la surveillance des travaux de la halle, suivant et conformément au règlement de Son Excellence*, 24 octobre 1808.

58. AN, F¹³ 1163, Direction des travaux.

59. En 1810, Pierre Cicéri est nommé décorateur en chef de l'Opéra de Paris. Il devient une figure incontournable de la scénographie romantique en créant notamment des procédés d'illusions spectaculaires avec Louis Daguerre.

60. AN, F¹³ 1163, arrêté du 30 juin 1809 portant organisation de la Direction des travaux de la construction de la coupole de la halle aux grains et farines.

61. Agence Bélanger, *Coupole proposé pour couvrir la Halle au Bled soit en fer fondu soit en fer forgé de manière à donner à cet édifice une très grande solidité à l'abri de toutes réparations et d'entretiens en même temps qu'elle préserve du jour et de l'air*, 1807. Cologne, Wallraf-Richartz Museum, Collection d'arts graphique, Fonds Hittorff.

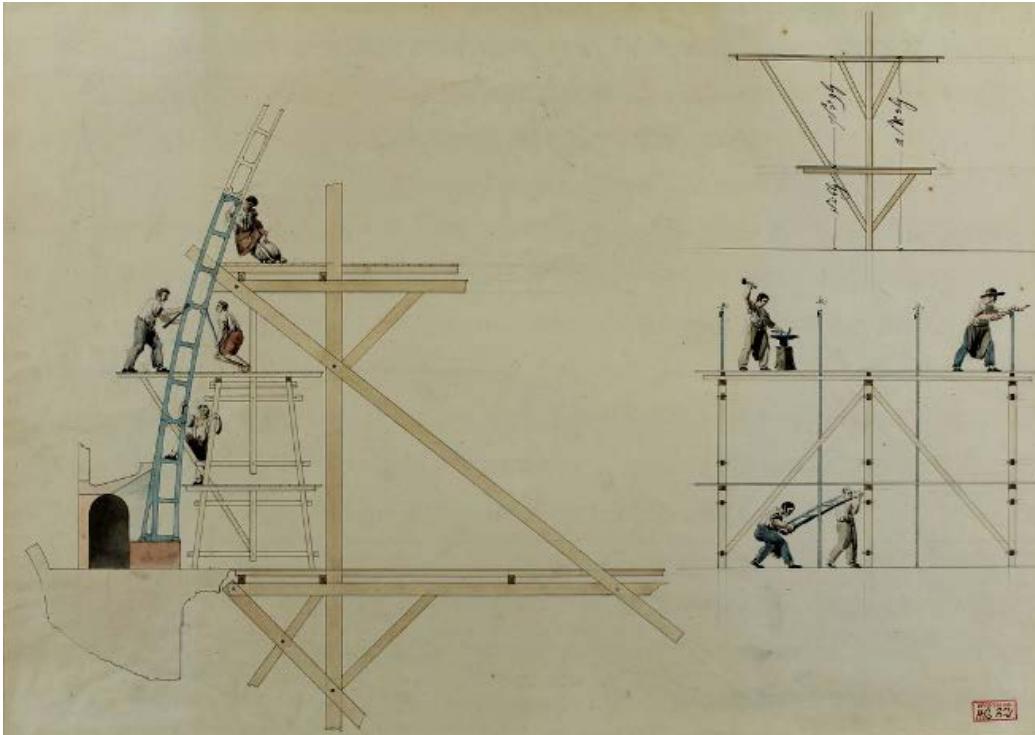


Figure 5. Pierre-Luc-Charles Cicéri ou Jacques-Ignace Hittorff, Echafaudage de la halle au blé, 1813, mine de plomb, plume, aquarelle. Köln, Wallraf-Richartz Museum, fonds Hittorff (© Wallraf-Richartz Museum – Fondation Corboud).

La difficile coordination des acteurs du chantier

Le retour aux archives permet de mieux évaluer la difficulté de la conduite du chantier, notamment du point de vue budgétaire. Le 2 décembre 1805, Bélanger estime le prix global d'exécution de la coupole à 405.104 francs. Selon l'architecte, cette somme « n'excède pas beaucoup les dépenses de la construction en bois et les réparations »⁶² de la halle à la suite de l'incendie de 1802. Le budget final est entériné par Bonaparte dans un décret du 9 février 1809 suivant les préconisations de la Commission:

62. BHVP, NA Ms. 182.

600.000 francs sont alloués à la réalisation du chantier. Pourtant Bélanger donne une autre estimation des travaux dès décembre 1809 : 700.000 francs auxquels il ajoute «200.000 francs pour les réparations du monument, négligées depuis l'incendie»⁶³ soit 900.000 francs. Tous ces coûts supplémentaires mécontentent Bruyère, le directeur des travaux publics. De la même façon, l'entrepreneur choisi par Bélanger pour la couverture en cuivre demandait 60 francs par toise de cuivre alors que Bruyère lui-même en avait trouvé à 26 francs la toise⁶⁴. «Il est inouï qu'une affaire de cette importance ait été préparée aussi légèrement par l'architecte de ce monument»⁶⁵ note Bruyère dans une lettre adressée à Montalivet.

Bélanger doit également coordonner son chantier avec les constructeurs des pièces de la coupole. Dès la fin de l'année 1807, deux forges importantes situées en Franche-Comté sont sollicitées pour réaliser l'ossature de la charpente en fer fondu (Le Creusot) et les grandes pièces de fer forgé pour la lanterne (Pesmes)⁶⁶. Les adjudicateurs de ces forges reçoivent la commande des pièces de fers coulés pour la somme de 96.000 francs et des fers fondus pour 36.000 francs⁶⁷.

L'auteur de traités d'architecture métallique Charles-Louis-Gustave Eck fournit la première étude technique de la construction en 1886⁶⁸. Il distingue que les éléments de la lanterne et de sa cerce, les traverses de la galerie, les barreaux de la balustrade et le support du cercle d'échafaudage sont en fer forgé. Ces pièces sont acheminées par voie fluviale puis sont entreposées et vérifiées dans le magasin du chantier, l'hôtel d'Aligre, sis sur une parcelle traversante, entre la rue Bailleul et l'actuelle rue Saint-Honoré⁶⁹.

Bélanger préfère le fer forgé pour les éléments plus légers et mobiles de la coupole⁷⁰. La boulonnerie de l'échafaudage est ainsi directement réalisée sur place par Roussel, entrepreneur en serrurerie⁷¹, qui livre également le grillage supportant les tuiles de cuivre, la couverture du lanterneau ou le

63. AN, F¹³ 203, *Halle aux grains et farines, coupole en fer coulé et autres dépendances et fer forgé etc. Architecte Directeur Bélanger*, 3 décembre 1809.

64. AN, F¹³ 1164, *note de Bruyère dans un rapport adressé à Montalivet*, 1er septembre 1812.

65. AN, F¹³ 1164.

66. AN, F¹³ 1163, *Adjudication des différents éléments de fer*.

67. AN, F¹³ 1163.

68. Eck 1886.

69. Il subsiste des restes importants de cet ancien hôtel alors converti en dépôt, à une portée de fusil de la Bourse de commerce.

70. AN, F¹³ 1163, *dossier direction des travaux*, lettre de Bélanger à Brunet.

71. Eck 1886, p. 38.

paratonnerre et sa girouette qui dominent toujours l'ensemble de l'édifice. Roussel se charge encore de la réalisation des «boulons et chevillottes pour les assemblages de la charpente de l'échafaud, des équerres et des plates-bandes servant le travail des ouvriers, les fermetures des portes etc. etc.»⁷² dans un devis sommé 4.000 francs en janvier 1810. Ce tarif n'est pas seulement dû aux coûts des matières premières mais aussi à la notoriété de Roussel, qui avait réalisé les planchers métalliques du Palais des Tuileries et du Théâtre de l'Ambigu-Comique⁷³ ou le rideau de fer de la salle Favart. Au cours du chantier, Roussel reçoit la commande de la réalisation des maquettes de l'échafaudage et de la coupole en fer en collaboration avec le maquettiste Brianchon⁷⁴. Les maquettes ont un rôle important, elles permettent notamment à Bélanger de justifier la validité de son projet auprès de ses détracteurs. Il est marquant de constater que la famille Roussel est déjà connue dans le domaine de la serrurerie au début du XVIIIe siècle et demeure toujours en activité au XXe siècle.

Parmi les budgets les plus conséquent du chantier, une somme importante est consacrée aux travaux de charpenteries, dirigés par l'entrepreneur Pierre Quantinet⁷⁵. Il s'agit là d'un défi remarquable dont témoigne le modèle conservé aux Musée des arts et métiers (fig. 6). La structure que présente ce modèle est construite en observant la technique de Zabaglia. Bélanger établit son chantier sur une plateforme surélevée couvrant l'intérieur de la halle⁷⁶, posée en hauteur sur treize piliers pour ménager un espace pour le commerce sous le chantier. L'architecte envisageait initialement de bâtir un échafaudage sur le modèle d'un arbre dont les ramifications auraient permis de n'avoir qu'un seul pilier au centre du monument. Cette solution était trop incertaine, compte tenu de la très grande profondeur où trouver le bon sol. Si cette réalisation contribue à augmenter le prix du lot consacré aux charpentes initialement prévu, elle est d'une grande ingéniosité. Elle mériterait une attention encore plus approfondie.

72. AN, F¹³ 1163, Roussel, *Mémoires sur les ouvrages de serrurerie pour servir à édifier la coupole de la Halle aux Grains*.

73. Eck 1886.

74. AN, F¹³ 1163. De Brianchon, on ne connaît plus que son intérêt pour l'horlogerie.

75. Très peu d'informations ont été conservées à propos de cet entrepreneur en charpente qui réalise l'exceptionnel échafaudage intérieur de la coupole.

76. AN, F¹³ 1163.



© Musée des arts et métiers-Cnam, Paris / photo Sylvain Pelly

Figure 6. Agence Bélanger, Maquette: échafaudage construit pour la pose de la coupole en fer de la Halle au Blé de Paris, 1811-1812. Paris, Conservatoire national des arts et métiers (©Musée des arts et métiers-Cnam/photo S. Pelly).

Une horlogerie d'architecture

Les éléments de la coupole de Bélanger présentent l'avantage de pouvoir «se déplacer à volonté, sans efforts et sans affaiblir ni gêner les pièces environnantes»⁷⁷ grâce à un assemblage ingénieux qui résout tous les problèmes de dilatation observés sur la coupole de Legrand et Molinos.

«Les différentes parties dont se composent le vaste ensemble sont fixées par des empattements liés par des doubles cornes et maintenues par des boulons à tête pyramidale, avec des écrous disposés pour maintenir les assemblages calés en cuivre dont le but est de neutraliser les effets de la dilatation et de la condensation»⁷⁸.

François Brunet répond aussi à l'exigence de la conservation de la colonne Médicis, adjacente à la halle, qui modifie la régularité de la courbe de la coupole. Pour résoudre cette difficulté, le projet de Bélanger comprend 51 rayons⁷⁹ concentriques assemblées par 14 cerces horizontales. Ces éléments reposent directement sur le socle de pierre dure de la halle de Le Camus de Mézières. L'absence de scellement de l'assemblage lui permet de rester mobile dans conditions climatiques variables. Bélanger pense également «aux agrégations de poussières qui accueillent toujours les graines des plantes»⁸⁰ qui pourraient fragiliser l'ouvrage. Certains éléments horizontaux de la charpente sont assemblés à queues d'aronde⁸¹, ce qui renforce encore la flexibilité de la structure. À leur sommet, toutes ces fermes s'emmanchent à une armature de fer circulaire qui constitue la base du lanternon de l'édifice. L'architecte rend des dessins particulièrement soigneux des éléments de cet assemblage et des ornements du belvédère (fig. 7).

L'évolution des regards sur une structure unique

«Bélanger-Coupole», telle est la formule qu'emprunte l'architecte pour signer sa correspondance adressée au peintre Jacques-Louis David ou à l'architecte Pierre Fontaine à la fin du chantier, en juin 1813. En s'identifiant directement à son ouvrage, Bélanger affirme qu'il en est l'auteur tout en le

77. AN, F¹³ 1165.

78. *Ibidem*.

79. BRUNET 1809. Brunet indique que cette division est celle qui «éloigne le moins le milieu des caissons de la coupole des milieux des vingt-cinq arcades de la rotonde».

80. AN, NIII Seine 1067.

81. *Ibidem*.

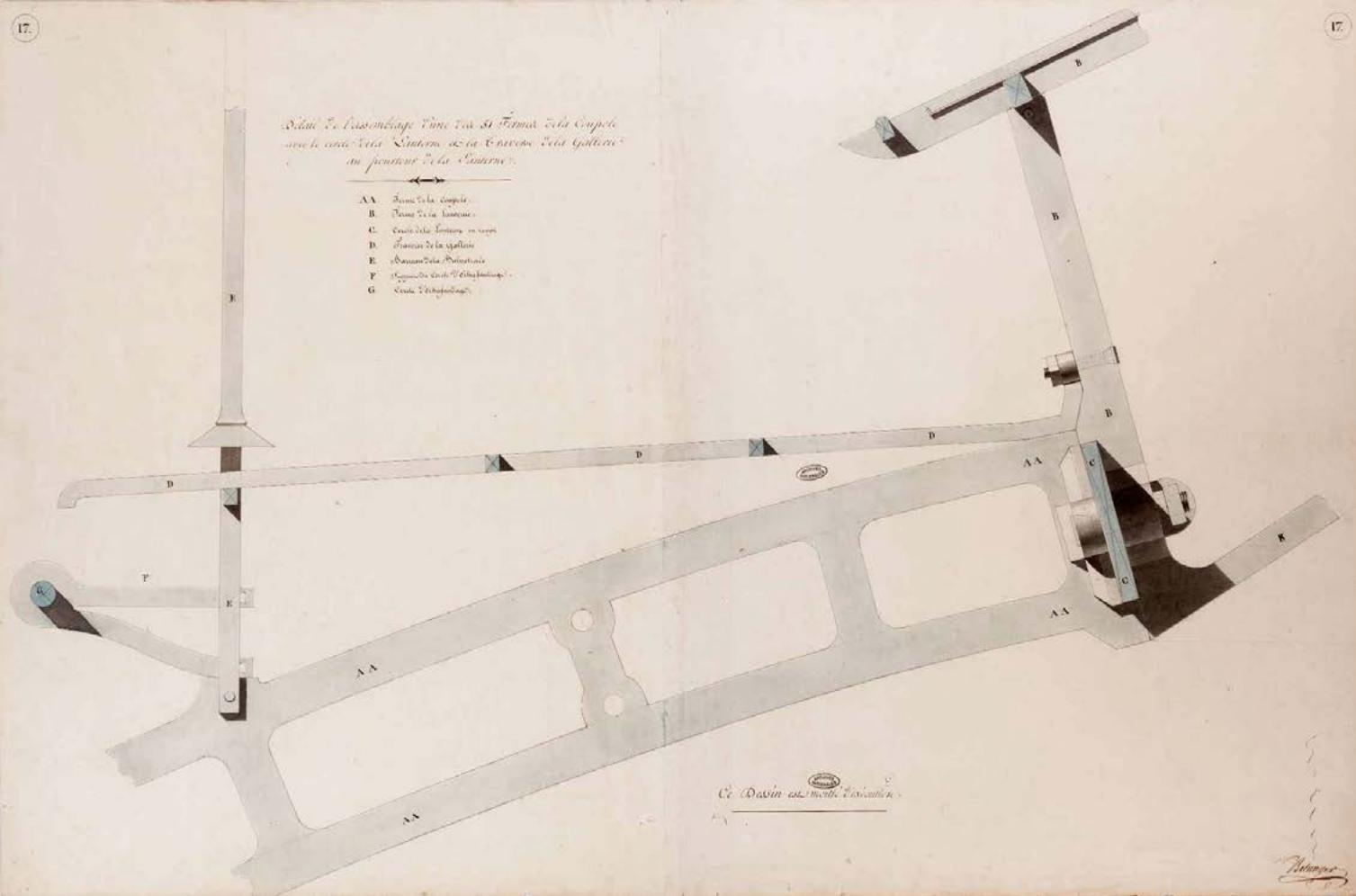


Figure 7. Agence Bélanger, Détail de l'assemblage d'une des 51 fermes de la coupole avec la cerce de la lanterne, 1807, mine de plomb, plume, aquarelle, encre de chine. AN, NIII Seine 1067 (© AN, Paris).

désignant comme une réalisation importante dans sa trajectoire. Il intervient dans le *Journal de Paris* pour défendre à deux reprises la primauté de la conception de la coupole qui lui est discutée.

«Vous essayez de présenter M. Launay comme ayant le premier donné l'idée de construire une coupole en fer coulé. [...] Soyez tranquille, monsieur l'aristarque, cinq projets de coupoles en fer forgé ou en fer coulé furent présentés au concours mais aucun, excepté le mien, n'avait présenté le moyen de réunir et de fixer les assemblages. Il fut donc préféré»⁸².

La coupole est toutefois remarquée au cours du chantier. Elle est notamment illuminée à l'occasion du mariage de Napoléon et de Marie-Louise d'Autriche la nuit du premier au 2 avril 1810, comme beaucoup d'autres sites à Paris⁸³. Il était original d'embellir un monument qui se trouvait en pleine construction. Cet événement permet à Bélanger de renouer avec ses savoir-faire en matière de décors de fêtes et d'architectures éphémères. Il coordonne l'activité de collaborateurs variés dont un charpentier, un ferronnier ou un chandelier⁸⁴ avec lesquels l'architecte entretient une correspondance importante⁸⁵.

Bélanger indique que l'Empereur aurait affirmé «ma foi, cela est magnifique»⁸⁶ devant la coupole achevée en 1813. L'architecte Legrand juge seulement «assez agréable»⁸⁷ l'effet produit par la diminution de la taille des caissons à l'intérieur de la halle. Victor Hugo, quant à lui, est moins enthousiaste et considère cette réalisation comme une «casquette de jockey anglais sur une grande échelle»⁸⁸. Exploit de l'art de la construction en 1813, la coupole semble être devenue dès les années 1830 le témoin d'une forme de rationalisme froid qui poursuit la seule fonction de couvrir un espace vaste pour lequel elle n'était pas prévue et dans lequel les blés pourrissent à défaut de lumière et de ventilation. Une série de baies oblongues entre la troisième et la cinquième ceinture horizontale de la halle est réalisée en 1838⁸⁹ pour améliorer les conditions de conservation des denrées entreposées.

82. AN, Journal de Paris, 14 juillet 1813. Bélanger, *Réponse à un anonyme, qui réclame, en faveur de M. Launay, la priorité de l'invention de la coupole en fer coulé, construite à la Halle aux blés*.

83. Pour la description des illuminations de Paris, voir collections de l'Institut national d'histoire de l'art (INHA), PERCIER, FONTAINE 1810, pp. 15-19, 20, 25, 39.

84. AN, F¹³ 1163, voir notamment le dossier *Mémoire des illuminations de la Halle aux Bleds de Paris à l'occasion du Mariage de Napoléon Ier, Grand Empereur des français, toujours victorieux et de Marie-Louise d'Autriche* réalisé par le chandelier Auger. Il fournit 3.025 lampes placés dans des «terrines de suif».

85. *Ibidem*.

86. BHVP, NA Ms. 182.

87. LEGRAND, LANDON 1818, p. 42.

88. HUGO 1831, p. 73.

89. DEMING 1984, p. 167.

Pourtant, dans le contexte de la préparation de l'Exposition universelle de 1889, la coupole de Bélanger est à nouveau observée attentivement. Elle est comparée à la prouesse d'Eiffel dans un article publié par Emile Rümler dans la *Construction moderne* le 10 décembre 1887⁹⁰. En 1888, à l'occasion du chantier de transformation de la Halle au blé en Bourse de commerce, la structure de la coupole, dépourvue de ses tuiles de cuivre apparaissait à l'air libre. Les ingénieurs Canovetti et Gentilini s'étonnent alors que «l'architecture exceptionnelle de la coupole de la halle au blé soit tout à fait méconnue des parisiens»⁹¹. En 1902, le quotidien *La Justice* publie un article au sujet de Bélanger avec le titre significatif de «Méconnu»⁹². Le journaliste révèle des éléments importants pour mesurer l'image que véhiculent Bélanger et la construction de la coupole au début du XXe siècle. Il parcourt toute la vie de l'architecte, «type vraiment curieux» qui «mène grand tapage»⁹³, pour avancer que Bélanger se pense en chef d'armée sur le chantier. Si l'architecte s'adjoit de nombreux collaborateurs pour réaliser son ouvrage, c'est plutôt qu'il se rend compte qu'il doit recourir à des compétences nouvelles dont il ne dispose pas. C'est dans la continuité de son parcours que Bélanger fait correspondre son admiration de l'antique à son intérêt pour la technique. À peine l'ouvrage achevé, Bélanger se met déjà en campagne pour prouver son mérite et conquérir de nouvelles responsabilités. Insatiable à 69 ans, l'architecte cherche à retrouver la position officielle qu'il avait perdue à la Révolution – finalement retrouvée après 1815, auprès de Louis XVIII.

Classée au titre des monuments historiques en 1986, la coupole de la Halle au blé est identifiée comme une réalisation importante pour l'histoire de l'architecture métallique en France. Les qualités de l'ouvrage demeurent toutefois mal connues pour des motifs qui tiennent à la fois à sa reconfiguration par Henri Blondel en 1888 et à la relative inaccessibilité du site de la Bourse de commerce, occupé jusqu'en 2016 par la Chambre de commerce et d'industrie de Paris. De la même façon, Bélanger avait suscité peu de recherches jusqu'au colloque consacré à son œuvre en 2018. On mesure désormais bien qu'il n'agit pas en défenseur isolé de l'emploi du métal dans l'architecture. Sa capacité à s'adjoindre des professionnels compétents est au contraire l'un des atouts principaux de son chantier et, de même que le Pont des Arts est communément attribué à Alexandre de Cessart et Jacques Lacroix-Dillon, il est plus juste de définir la coupole métallique de la Halle au blé de 1813 comme l'œuvre partagée de François-Joseph Bélanger et de François Brunet.

90. RÜMLER 1887.

91. CANOVETTI 1888, pp. 242-244.

92. PELLETAN 1902, p. 2.

93. *Ibidem*.

Bibliographie

- BARRIER 1997 - J. BARRIER, *Bagatelle dans ses jardins*, in M. CONSTANS (dir.), *Bélanger et l'Angleterre*, Action artistique de la Ville de Paris, Amis de Bagatelle, Paris 1997, pp. 167-177.
- BAUSSET 1827-1829 - L.-F.-J. BAUSSET, *Mémoires anecdotiques sur l'intérieur du palais et sur quelques événements de l'Empire depuis 1805 jusqu'au 1er mai 1814, pour servir à l'histoire de Napoléon*, Baudouin frères, Paris 1827-1829.
- BRUNET 1809 - F. BRUNET, *Dimensions des fers qui doivent former la coupole de la Halle aux Grains, calculées pour l'exécution du projet de M. Bélanger*, Architecte des Monuments publics, Firmin-Didot imprimeur-libraire et graveur de l'imprimerie impériale, Paris 1809.
- CANOVETTI 1888 - C. CANOVETTI, *Charpente métallique de l'ancienne halle au blé. Bourse de commerce à Paris*, in «Le Génie civil: revue générale des industries françaises et étrangères», tome XIII, 1888, 16, pp. 242-244.
- DEMING 1984 - M.K. DEMING, *La Halle au blé de Paris, 1762-1813: cheval de Troie de l'abondance dans la capitale des Lumières*, 1984, Archives d'architecture moderne, Paris 1984.
- ECK 1868 - C.-L. ECK, *Traité complet des constructions en poteries et en métal*, Ferronnerie par M. Roussel père, Paris 1868.
- FRANCASTEL 1959 - P. FRANCASTEL, *Les Architectes célèbres*, tome II, Mazenod, Paris 1959.
- GALLET 1995 - M. GALLET, *Les Architectes parisiens du XVIIIe siècle*, Mengès, Paris 1995.
- GENTILINI 1888 - R. GENTILINI, *L'ancienne halle aux grains et farines de Paris*, in «Le Génie civil: revue générale des industries françaises et étrangères», tome XIV, 1888, 7, pp. 97-101.
- GIEDION 1928 - S. GIEDION, *Bauen in Frankreich, Bauen in Eisen, Bauen in Eisenbeton*, Klinkhardt & Biermann, Leipzig 1928.
- HILLAIRET 1972 - J. HILLAIRET, *Dictionnaire historique des rues de Paris*, Les Éditions de Minuit, Paris 1972, p. 120.
- HUGO 1831 - V. HUGO, *Notre-Dame de Paris*, 1831, Louis Hauman, Paris 1831².
- LEGRAND, LANDON 1818 - J.-G. LEGRAND, C.-P. LANDON, *Description de Paris et de ses édifices, avec un précis historique et des observations sur le caractère de leur architecture et sur les principaux objets d'art et de curiosité qu'ils renferment*, tome II, Treuttel et Würtz, Paris 1818.
- LEMOINE 1986 - B. LEMOINE, *L'architecture du fer*, Collection Milieux, Champ Vallon, Mâcon 1986.
- MARINO 2008 - A. MARINO, *Sapere e saper fare nella fabbrica di San Pietro: castelli e ponti di maestro Niccola Zabaglia*, Gangemi, Roma 2008.
- MARREY 1989 - B. MARREY, *Le Fer à Paris*, Picard, Paris 1989.
- PELLETAN 1902 - C. PELLETAN, *Méconnu*, in «La Justice», 1er décembre 1902.
- PERCIER, FONTAINE 1810 - C. PERCIER, P.-F.-L. FONTAINE, *Description des cérémonies et des fêtes qui ont eu lieu pour le mariage de S.M. l'Empereur Napoléon avec S.A.I. Madame l'Archiduchesse Marie-Louise d'Autriche*, Imprimerie de P. Didot l'Aîné, Paris 1810.
- PICON 1994 - A. PICON, *Les premiers pas de la construction en métal*, in F. STEITZ (dir.), *Architecture et métal en France*, Editions de l'EHESS, Paris 1994, pp. 49-74.
- POISSON 2002 - G. POISSON, *Napoléon et les grands travaux. L'architecture métallique*, in «Revue du Souvenir Napoléonien», 2002, 442, pp. 32-36.
- PORRINO (à paraître) - M. PORRINO, *Les matériaux métalliques, Histoire d'une technique et sauvegarde du patrimoine du XIXe siècle*, Infolio (à paraître).

- RABREAU 1974 - D. RABREAU, *La halle aux blés de Le Camus de Mézières*, in «Bulletin Monumental», tome 132, 1974, 4, pp. 303-307.
- RONDELET 1803 - J.-A. RONDELET, *Mémoire sur la reconstruction de la halle au blé de Paris*, chez l'auteur, Paris 1803.
- RONDELET 1814 - J.-A. RONDELET, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, Firmin Didot, Paris 1814².
- RÜMLER 1887 - E. RÜMLER, *La Halle au Blé et la Tour Eiffel*, in «La Construction moderne», 10 décembre 1887, pp. 101-102.
- STERN 1930 - J. STERN, *À l'ombre de Sophie Arnould, François-Joseph Bélanger. Architecte des Menus-Plaisirs. Premier Architecte du Comte d'Artois*, Plon, Paris 1930.
- VAN DER MALIÈRE 1998 - A. VAN DER MALIÈRE, *Bourse de commerce: restauration de la verrière et du décor*, Direction régionale des affaires culturelles d'Île-de-France, Conservation régionale des monuments historiques, Paris 1998.
- VIEL DE SAINT MAUX 1807 - C.-F. VIEL DE SAINT-MAUX, *Dissertations sur les projets de coupes de la halle au blé de Paris, et des moyens de confortation des murs extérieurs contre la poussée de la voute annulaire de cet édifice; précédées des principes généraux et particuliers sur la construction des voutes, des péristyles, des frontons, et des supports des dômes*, Paris 1807.
- WIEBENSON 1973 - D. WIEBENSON, *The Two Domes of the Halle au Blé in Paris*, 1973, in «The Art Bulletin», LV (1974), 2, pp. 262-279.
- WOODBIDGE 1994 - K. WOODBRIDGE, *Bélanger en Angleterre: son carnet de voyages*, in «Les Cahiers de Maisons», 1994, 23, pp. 20-29.
- ZABAGLIA 1743 - N. ZABAGLIA, *Castelli e ponti: con alcune ingegnose pratiche, e con la descrizione del trasporto dell'obelisco vaticano, e di altri del cavaliere Domenico Fontana*, Niccolò e Marco Pagliarini, Roma 1743 (Edition Crispino Puccinelli, Roma 1824).