

L'ARCHITECTURE DU FER AU XIX^e SIÈCLE

Bertrand Lemoine

Architecte, ingénieur, historien

Directeur de recherche honoraire au CNRS

Le fer n'a été utilisé de façon significative dans la construction de bâtiments ou d'ouvrages d'art qu'à partir de la fin du XVIII^e siècle, alors qu'émergent de nouveaux besoins d'équipements nés de la Révolution industrielle. Le fer est largement présent à la surface du globe sous forme d'oxydes mais le minerai de fer nécessite une réduction à haute température et une élaboration sophistiquée pour être transformé en métal. La production industrielle du fer prit son envol dans les années 1770 grâce à l'emploi de coke à la place de charbon de bois dans les hauts fourneaux. L'Anglais Abraham Darby avait réussi dès 1709 à produire de la fonte de cette manière, mais il fallut attendre 1776 pour que l'introduction par Wilkinson de machines soufflantes à vapeur permette à la production de fonte de véritablement "décoller". La fonte brute ainsi obtenue contient un pourcentage de carbone de l'ordre de 5%, ce qui en fait un matériau résistant, mais cassant, peu souple et difficile à percer et à souder.

L'âge de la fonte

Le renouvellement des typologies architecturales au XIX^e siècle s'est ainsi largement fondé sur le matériau de construction jusque-là peu utilisé qu'est le métal. La fonte était un matériau intéressant pour les constructeurs par ses qualités de résistance et d'incombustibilité. On l'utilisa pour la première fois en 1779 pour la construction d'un pont de trente mètres à Coalbrookdale dans le Shropshire en Angleterre, suivi dans ce pays d'une trentaine de ponts en fonte avant la fin du XVIII^e siècle. En France, le premier pont en fonte fut le pont des Arts, construit en 1802 par les ingénieurs Cessart et Dillon.

On fit aussi usage de la fonte, dès 1796, dans la structure d'un certain nombre d'usines textiles, où les risques d'incendie étaient importants. La première fut édifiée à Shrewsbury par Charles Bage. Elle comportait cinq étages portée par des poteaux et des poutres du même métal, en forme de Y renversé. L'usage du métal était ici justifié pour des raisons de sécurité, tout comme dans nombre d'entrepôts, de théâtres, de bâtiments d'archives, voire d'églises ou de lieux publics qui se dotèrent de semblables charpentes dans les années 1820-1830. La coupole métallique de la Halle au Blé, construite à Paris en 1809-1813 à la place d'une charpente en bois détruite par un incendie marqua de façon spectaculaire tout le parti que l'on pouvait tirer du nouveau matériau, associé au verre, pour couvrir de vastes espaces. De même la reconstruction en 1836 de la charpente en bois de la cathédrale de Chartres, détruite par un incendie et remplacée par une charpente en fonte, confirma les ressources du nouveau matériau. La relative facilité de moulage de la fonte fut également mise à profit dès cette époque pour produire en série des ornements, du mobilier urbain, des grilles décoratives, voire des structures sous forme de colonnes et d'arcs, comme à la bibliothèque Sainte-Geneviève, construite en 1848 sur les plans d'Henri Labrouste. Composés sur une trame modulaire, ces ornements assez vite disponibles sur catalogues enrichirent à bon compte le statut social des nouveaux immeubles.

L'enseignement faisait déjà une place de plus en plus large à la construction métallique. L'institution dès 1820 d'un concours de serrurerie parmi les quatre concours de construction de l'École de des Beaux-Arts témoigne d'une volonté de promouvoir les techniques nouvelles dans l'enseignement de l'architecture. Ces concours restaient toutefois orientés vers le dessin, sur lequel se fondait l'économie du projet à l'École. Les élèves-architectes pouvaient se contenter d'un calcul assez sommaire et de détails approximatifs pour dresser un projet constructible, en

sachant qu'il fallait tenir implicitement compte de l'assistance de l'ingénieur pour les calculs et de l'entrepreneur pour la mise au point du projet, les détails d'exécution et le montage des ouvrages. Jusque vers 1840 le métal était en réalité un matériau expérimental, réservé à des usages utilitaires particuliers comme les charpentes, et il demeurait souvent invisible derrière la maçonnerie. D'autre part la doctrine architecturale dominante, le néo-classicisme, était suffisamment bien établie pour n'être pas remise en cause par la nouveauté du métal. Le pont des Arts était ainsi qualifié de "gothique" par l'architecte Charles-François Viel, qui lui aurait préféré un pont en pierre construit par des architectes.

L'âge du fer

Les capacités de résistance de la fonte étaient néanmoins limitées : elle résiste bien à la compression mais mal à la flexion ou à la traction. C'est le développement de la production industrielle du fer, grâce à la mécanisation du puddlage - un procédé qui permet d'éliminer le carbone contenu dans la fonte pour la transformer en fer pratiquement pur - et au laminage, qui permit véritablement à partir des années 1840 la diffusion des structures métalliques. Les constructeurs disposèrent alors de gammes de profils - fers plats, cornières, fers en T, en I ou en U - qu'ils pouvaient assembler par des rivets posés à chaud, une technologie issue de la fabrication des chaudières pour les machines à vapeur. Par ailleurs cette révolution industrielle s'accompagna d'une révolution des méthodes de conception et de calcul, intégrant la notion d'élasticité des matériaux. De nombreux systèmes de poutres et de charpentes furent expérimentées à cette époque, avec parfois un grand succès comme la ferme inventée par Camille Polonceau en 1837 et largement utilisée jusque dans les années 1880. Enfin la préfabrication partielle sinon totale des structures en atelier devint monnaie courante dans la deuxième moitié du siècle. Le Crystal Palace, conçu par Joseph Paxton pour l'Exposition universelle de Londres en 1851, et construit partiellement en métal, marqua de façon spectaculaire les possibilités offertes par ces méthodes nouvelles.

Le fer commença d'abord à devenir un matériau apparent dans les nombreuses serres construites dans les années 1820-1850, comme la Palm House de Kew Gardens, en 1842, où le constructeur Thomas Turner et l'architecte Decimus Burton employèrent pour la première fois des profilés de section en forme de I. En France, les serres du Jardin des Plantes par Charles Rohault de Fleury en 1834 furent l'un des premiers exemples du genre. Puis d'autres typologies originales firent à leur tour entrer le métal dans la vie quotidienne, alors même qu'il se banalisait dès 1845 dans les supports de planchers des édifices courants. Puis les gares qui accompagnèrent le développement rapide des chemins de fer à partir des années 1840 offrirent au regard de vastes nefs inédites couvertes de métal et de verre, telles à Paris la gare du Maine en 1840, la première gare de Lyon en 1852 ou la gare de l'Est en 1853. En France, les potentialités du nouveau matériau furent révélées par la construction à partir de 1853 des Halles de Paris en fer et en brique par Victor Baltard et Félix Callet, qui marquèrent la naissance d'une typologie architecturale nouvelle diffusée à plusieurs centaines d'exemplaires sur le territoire. Puis vinrent d'autres typologies qui à leur tour firent entrer le métal dans la vie quotidienne, alors même qu'il se banalisait dans la structure même des édifices : églises, comme Sainte-Eugène en 1856, grands magasins comme le Bon Marché en 1867, bibliothèques telle la Bibliothèque nationale de Henri Labrousse en 1865, bâtiments industriels avec l'usine Menier à Noisiel par Jules Saulnier en 1872. Comme laboratoires des technologies nouvelles, les Expositions universelles contribuèrent aussi à cette diffusion rapide du fer dans les années 1860-1870 et à la naissance d'une écriture architecturale inédite, qui doit beaucoup aux calculs savants des ingénieurs. L'emploi de la fonte se trouva alors progressivement cantonné aux supports verticaux et aux éléments décoratifs, et tendit même à disparaître devant la généralisation des fermes triangulées sans tirants inventées par Henri de Dion en 1878.

Les premiers programmes où le fer était mis en valeur contribuèrent à révéler au public les potentialités du nouveau matériau. Le débat s'enflamma soudain, avivé par quelques ardents défenseurs du fer qui se voulaient aussi prophètes d'un style universel. Le durcissement contemporain des positions entre éclectiques et rationalistes illustre bien les incertitudes des années 1850-1870 face au déferlement des produits de l'industrie. La nature fine et linéaire des éléments de la construction métallique posait en effet des problèmes différents de ceux de la construction traditionnelle, que ce soit dans la définition formelle des éléments eux-mêmes, dans leur articulation, dans la question de la clôture des espaces et donc du contrôle de la lumière et des échanges thermiques, même s'ils pouvaient former associé à la brique ou au verre des façades inédites. Cette linéarité renvoyait d'ailleurs davantage au modèle gothique, avec ses colonnettes et ses voûtes d'ogives, qu'à l'architecture classique. D'autre part la question de l'ornement, fondamentale au XIXe siècle, se posait d'une manière aiguë dans le cas des structures métalliques, qui n'offraient pas comme la maçonnerie, de grandes surfaces propres à accueillir un décor peint ou sculpté. Enfin le sentiment que le matériau nouveau devait inspirer une architecture nouvelle était fortement ressenti par beaucoup de ceux qui aspiraient à forger un style propre au XIXe siècle, même si la concurrence latente des ingénieurs poussait les architectes à une surenchère technique qui risquait de remettre en cause leur statut même. Aussi la possibilité de fonder une architecture nouvelle, conforme aux aspirations de l'époque sur l'usage raisonné du métal fut-elle un sujet de vives controverses tout au long de la deuxième moitié du siècle, qui recoupe le débat entre éclectiques et rationalistes. Mais la diffusion massive à cette époque de bâtiments à structure métallique dut davantage aux progrès techniques et à l'abaissement du coût du matériau qu'aux apports de "théoriciens" de l'architecture tels Viollet-le-Duc. L'émergence d'entreprises spécialisées dans la construction métallique, telles Schneider, Gouin, Fives-Lille, Cail ou Eiffel facilita la vulgarisation de ce type d'ouvrages.

L'Exposition universelle de 1878 marqua une étape importante dans la diffusion de la construction métallique. Le fer avait été choisi pour la construction des principaux palais pour son économie, sa rapidité de montage, sa facilité de démontage et la sécurité qu'il offrait contre les risques d'incendie, et aussi pour "son caractère spécial très approprié à sa destination" : en l'occurrence, la célébration des merveilles de l'industrie. Le succès remporté par les pavillons à structure métallique, que ce soient le palais du Champ-de-mars ou celui de la Ville de Paris, où le fer était combiné avec bonheur à la brique et à la terre cuite, semblait ouvrir la voie à une architecture originale. Le consensus né après l'Exposition de 1878 était cependant fragile, et les espoirs mis dans l'émergence d'une nouvelle architecture ne se réalisèrent pas tout à fait comme certains l'avaient espéré. L'Exposition de 1889 consacra pourtant le triomphe du fer dans l'architecture. La plupart des grands bâtiments étaient dotés d'une structure métallique apparente, et la Galerie des Machines et la Tour Eiffel, "clous" de l'exposition, poussaient jusqu'à l'extrême l'audace technologique et la rationalité de la construction. Ils frappèrent d'abord les sensibilités contemporaines par leurs dimensions exceptionnelles.

Alors que le fer, lors des Expositions de 1878 et de 1889, se montrait franchement dans les façades des bâtiments, associé en effets polychromes à la brique et à la terre cuite, l'Exposition de 1893 de Chicago puis celle de Paris en 1900 marquèrent un déplacement des sensibilités, d'ailleurs déjà perceptible depuis quelque temps dans l'architecture. Ce phénomène ne saurait se réduire à un simple mouvement d'humeur des architectes vexés de s'être fait souffler la vedette par un ingénieur en 1889. Il semble plutôt que le courant rationaliste qui soutenait l'architecture métallique et qui culmine d'une certaine façon dans l'Art Nouveau, ait eu tendance à se marginaliser à la fin du siècle.

L'âge de l'acier

Le perfectionnement des méthodes d'élaboration du métal permit de produire industriellement de l'acier, aux qualités de résistance supérieures à celles du fer grâce au meilleur contrôle de l'élimination du carbone et à la présence d'impuretés soigneusement dosées. Le convertisseur inventé par l'Allemand Bessemer en 1856, puis les fours Siemens-Martin (1864) et Thomas (1877) facilitèrent la production à grande échelle de l'acier, d'abord employé dans les armements et dans l'outillage, puis dans la construction à partir des années 1880. La substitution du fer à l'acier s'opéra progressivement dans les deux dernières décennies du siècle. Le premier pont en acier, celui de Morannes, fut construit par l'entreprise Eiffel en 1885. En 1889, la tour Eiffel fut réalisée en fer puddlé tandis que l'immense vaisseau de la Galerie des machines fut réalisé en acier. Mais les formes et les principes constructifs ne changèrent pas radicalement, même si les limites de résistance et de portées purent être repoussées. L'acier fut aussi mis à profit aux États-Unis, et notamment à Chicago pour former l'ossature des *skyscrapers*, qui proposaient une nouvelle manière de constituer la ville. Les ossatures métalliques n'étaient pas visibles en façade, car revêtues de pierre ou de terre cuite, et cette tendance à dissimuler en partie les charpentes ne fit que s'accroître au tournant du siècle, témoignant du retour en force de l'éclectisme face au caractère jugé trop "industriel" de l'architecture métallique.

Au début du XXe siècle, l'acier était véritablement le matériau par excellence, utilisé aussi bien dans la construction ordinaire, dans les audacieux ouvrages d'art que dans les corolles des verrières qui fleurissaient dans les grands magasins, les banques, les hôtels, les casinos, les établissements thermaux..., où la fusion des parties décoratives avec les éléments architectoniques était parfaitement maîtrisée, telle qu'au Grand Palais de l'Exposition de 1900 ou dans le magasin de la Samaritaine de Frantz Jourdain en 1907. Mais au moment même où le métal semblait trouver son épanouissement technique et artistique, la concurrence du béton armé, devenu dès avant la guerre de 1914 un matériau de construction économique et fiable, puis le choc de la Grande Guerre, vint marquer un coup d'arrêt à l'usage de l'acier dans la construction en France et en Europe.