

SEQUENCES BOIS

n° 104

Structures

MARS - AVRIL 2015 - 11€



DE L'ART DU CHARPENTIER À L'ART DE L'INGÉNIEUR

Architecte diplômé de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Stéphane Berthier* poursuit une recherche de doctorat sur la création architecturale en bois et ses innovations technologiques au sein du Laboratoire de l'École d'Architecture de Versailles (LéaV). Dans ce numéro, il revient sur l'évolution de la construction bois en France depuis la seconde moitié du XX^e siècle.



▲ Église Notre-Dame-des-Chênes à Viroflay, Yvelines, 1967 / TLL – Saintsaulieu architectes, Lourdin ingénieur.

*Stéphane Berthier est par ailleurs associé co-fondateur de l'agence d'architecture Mesostudio et enseigne à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Normandie.

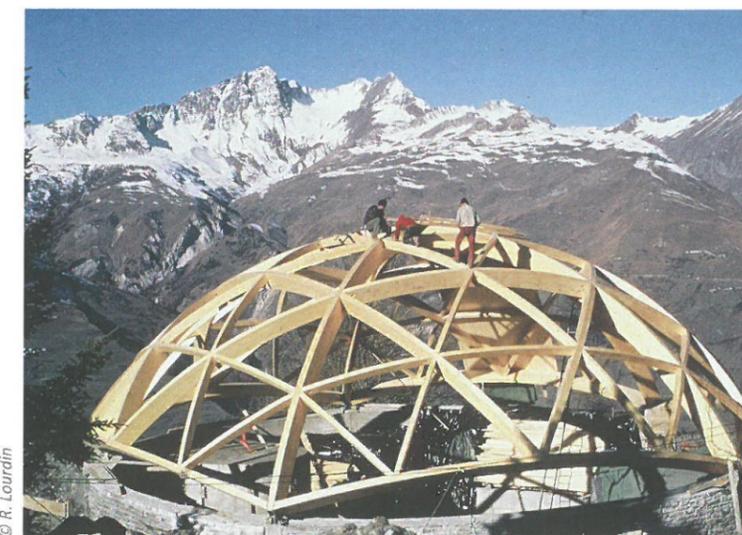
1. Collectif, Encyclopédie des métiers : la charpente et de la construction bois, Librairie du Compagnonnage, Paris, 1977.

Au tournant des années 1960, la construction bois a connu en France un développement en rupture avec la tradition de la charpenterie. Les acquis scientifiques et les outils industriels ont permis de produire de manière courante, dans le domaine de la construction, de nouveaux types de matériaux issus de la transformation du bois tels que les panneaux de contreplaqués, les lamellés-collés et contrecollés. Si ces différents produits ont été inventés antérieurement, c'est à cette époque que les progrès des colles, associés à un certain nombre d'innovations industrielles, ont permis leur production régulière, normalisée et sécurisée. À la rencontre d'innovations scientifiques et techniques, la construction en bois, désormais dotée d'une ingénierie, a pu changer d'échelle et concurrencer les performances dimensionnelles des matériaux tels que l'acier et le béton armé. Le bois, sous ses formes transformées, est devenu à son tour un matériau contemporain.

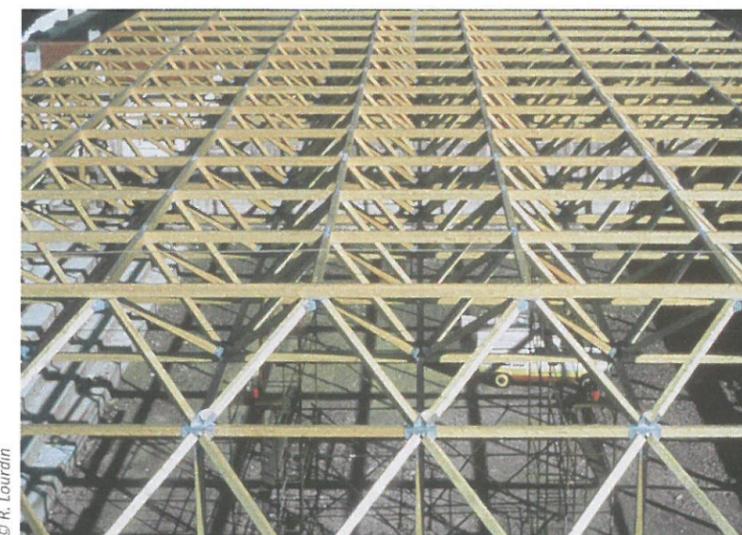
Ces innovations ont donné naissance à un art de l'ingénieur qui explore le potentiel architectural. Cet art n'est pas la poursuite de l'art du charpentier par d'autres moyens et à d'autres échelles, mais marque un changement de pensée technique, de l'artisanat aux sciences de l'ingénieur. La construction moderne en bois n'est pas née d'une évolution endogène des savoir-faire, qui fondaient le métier traditionnel de charpentier, mais s'est nourri du transfert des connaissances acquises antérieurement par l'ingénierie générale, dans les domaines de l'acier et du béton armé.

À la différence des autres matériaux de la Modernité, dont les registres architecturaux sont contemporains de leur émergence, la construction bois a dû se départir d'une longue tradition artisanale pour entrer dans l'ère de l'industrialisation. L'art du charpentier est avant tout un art de l'assemblage, limité dans ses échelles par les dimensions maximales des éléments et par la valeur mécanique relativement faible des liaisons bois-bois. Les bois transformés, dont les dimensions ne sont plus limitées par l'arbre mais par les moyens de production vont changer la nature de la construction bois. Associés aux assemblages métalliques, ces produits de l'industrie ont engagé une rupture avec les modèles qui s'étaient constitués à partir du bois massif assemblé.

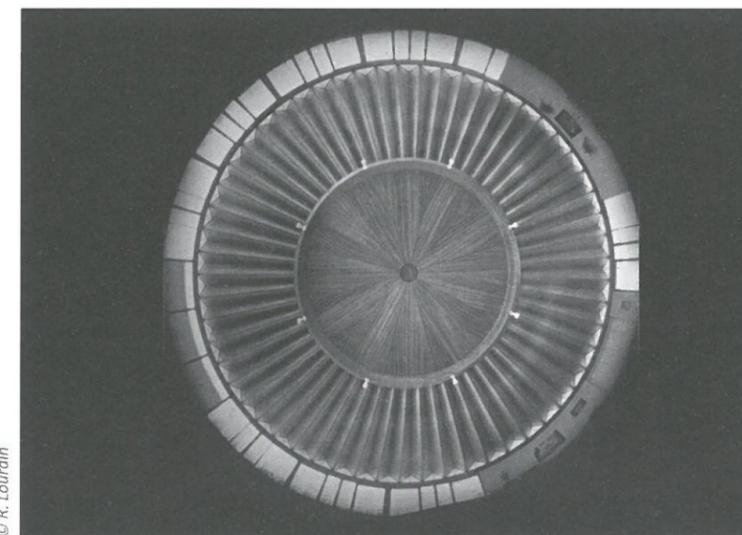
La lecture de *l'Encyclopédie des métiers de la charpente et de la construction en bois*¹, éditée en 1977, illustre bien ce changement de paradigme. Du glossaire de la charpenterie traditionnelle à celui des charpentes modernes, les termes architectoniques de *combles droits*, à *pan coupé*, en *étoile*, à *base polygonale*, *impériaux*, à *bulbe* etc. cèdent la place aux *grilles*, *structures plissées*, *coques* et autres *structures spatiales*. Les *fermes* deviennent des *portiques*, *arcs à deux ou trois articulations*. Les éléments de construction comme les *arbalétriers*, *entrants*, *poinçons*, *blochets*, etc. s'appellent désormais *membres*, *barres*, *panneaux*, *caissons* ou *voiles*. Les assemblages connus sous les noms d'*entures*, d'*embrèvements*, *tenons-mortaises*, *moisements*, *chevilles* ou *clavettes* deviennent des *boulons*, *broches*, *crampons*, *anneaux*, *boitiers*, *éclisses* ou *étriers*. >>



▲ (1) Salle de spectacle La Coupole à Bourg-Saint-Maurice, Savoie, 1966 / Faucheux architecte, Lourdin ingénieur.



▲ (2) Gymnase à Noirmoutier-en-l'Île, Vendée, 1965 / Rouquet architecte, Lourdin ingénieur.



▲ (3) École primaire à Gonesse, 1960 / Chapelin architecte, Brochart ingénieur.

De nombreuses œuvres architecturales ont exploré les possibilités de nouvelles échelles, à la conquête de la grande portée en structure bois.

De nombreuses œuvres architecturales de cette époque sont l'expression lyrique de ces innovations. Elles ont exploré les possibilités de nouvelles échelles, à la conquête de la grande portée en structure bois. L'exposition universelle de Bruxelles en 1958 marqua un tournant décisif dans la diffusion du lamellé-collé auprès des architectes et du grand public, notamment grâce au pavillon de la Norvège conçu par Sverre Fehn et à celui de la Finlande imaginé par Reima Pietila. Mais au delà d'un changement d'échelle

dans des structures qui demeureraient fondées sur le principe de portiques, des ingénieurs comme Robert Lourdin en France, (élève de Jean Prouvé au CNAM et disciple de Robert Le Ricolais), Julius Natterer en Suisse ou Frei Otto en Allemagne ont transféré le concept de structures

spatiales vers la construction bois. Selon Robert Lourdin², ces structures ne sont plus organisées par assemblages de portiques reliés par des travées mais sont caractérisées par des surfaces continues dont la géométrie définit une portance multidirectionnelle répartissant les déformations grâce à une meilleure solidarité structurelle. Ces surfaces spatiales peuvent être planes (dalles), plissées (en triangle ou losange), à simple courbure (voûtes, coques), à double courbure de même sens (dôme, coupole, conoïdes), à double courbure de sens opposé (paraboloïde hyperbolique et formes gauches) voire à double courbure de même sens et de sens opposé (formes complexes quelconques).

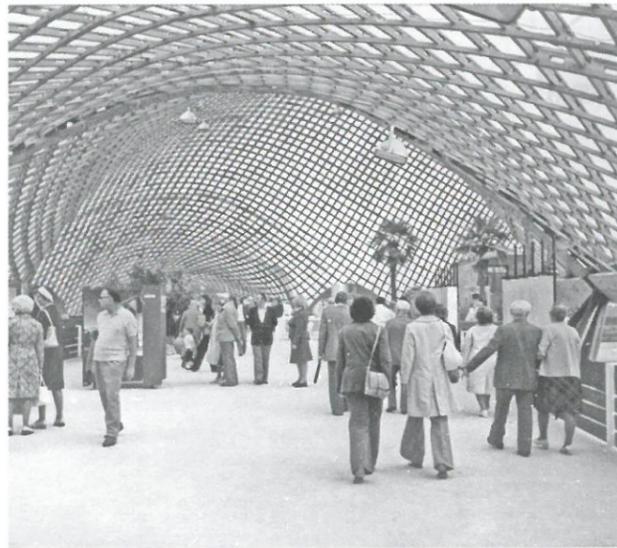
À ces états de surfaces correspondent les dispositifs architectoniques de leur construction : les réseaux croisés de poutres (1), qui lorsqu'ils sont plans se nomment des nappes ; les grilles (2), qui sont des réseaux triangulés multidirectionnels ; les structures plissées (3), qui tiennent leur rigidité des plis qui les constituent, à la manière des origamis japonais ; les voiles minces (4), surfaces continues dont l'épaisseur est très faible rapportée aux autres dimensions ; les résilles (5), qui permettent d'obtenir des structures spatiales par des membrures disposées de manière à créer une surface continue en matérialisant les lignes géométriques (méridiens ou lignes géodésiques d'une coupole, résille losangique d'une voûte etc.).

En 1969, les formes géométriques considérées restaient encore des formes régulières, modélisables et calculables « à la main » ; néanmoins leur conceptualisation rendait imaginable la réalisation de formes quelconques, pourvu qu'elles puissent transmettre les efforts conformément aux modèles théoriques, ouvrant ainsi la voie à une variété infinie de possibles.

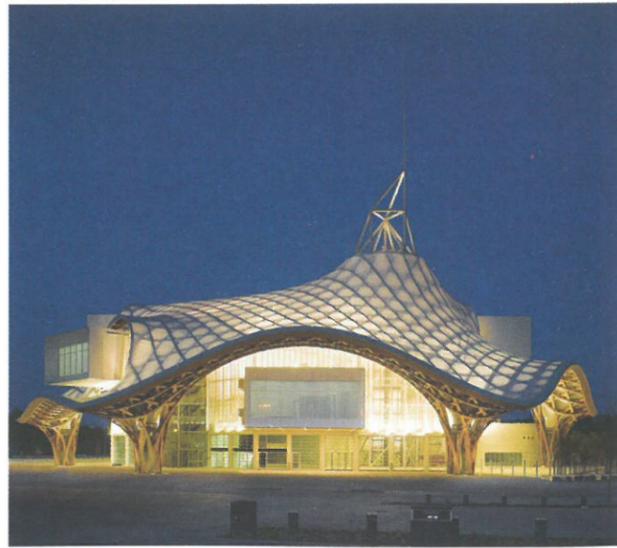
2. Lourdin Robert, Structures spatiales en bois, Cahiers du Centre d'Études Architecturales, Bruxelles, 1969.



▲ (4) Buvette à Évian-les-Bains, Haute-Savoie, 1956 / Maurice Novarina architecte, Jean Prouvé ingénieur.



▲ (5) Pavillon de Mannheim, Allemagne, 1975 / Frei Otto architecte, Ove Arup ingénieur.



▲ (6) Centre Pompidou-Metz, Moselle, 2010 / Shigeru Ban architectes Europe et Jean de Gastines architectes avec Philip Gumuchdjian pour la conception du projet lauréat du concours, Dominique Calvi ingénieur.

© Centre Pompidou / MNAM-CCI/Bib. Kandinsky/Fonds Jean Prouvé

© Udo Günther u. a.

© R. Halbe



▲ (7) Metropol Parasol, Séville, Espagne, 2011 / Jürgen Mayer-Hermann architecte, Ove Arup ingénieur.



▲ (8) Pavillon de la Serpentine Gallery, Londres, 2005 / Alvaro Siza et Eduardo Souto de Moura architectes, Cecil Balmond - Ove Arup ingénieurs.



▲ (9) Pavillon français (en construction) pour l'Exposition Universelle de Milan, 2015 / X-TU architectes, Grontmij ingénieurs.

© D. Franck

© S. Deleu

©XTU / France Agrimer / ALN / Simonin

Les outils informatiques contemporains apportent désormais la puissance de calcul nécessaire pour modéliser et fabriquer ces formes quelconques. Ainsi, de nombreuses œuvres architecturales dites paramétriques exploitent la facilité de façonnage du bois et sa légèreté, comme le Centre Pompidou de Metz (6) dont la résille de lamellé-collé évoque les motifs de la vannerie ou le Metropol Parasol de Séville (7) qui décrit une forme biomimétique dans une grille de panneaux de contreplaqué structural. On citera aussi le pavillon de la Serpentine Gallery (8) réalisé en 2005 par Alvaro Siza, Eduardo Souto de Moura et Cecil Balmond dont le réseau croisé de poutres, composé de multiples petits éléments clavetés décline, à l'heure des outils numériques et sous forme de structure spatiale, le vieux principe constructif de voûte lamellé-clavetée imaginée par Philibert de L'Orme. Sans oublier bien sûr le prochain pavillon de la France à l'Exposition Universelle de Milan (9), dont la forme de « topographie inversée » poursuit à son tour l'exploration des possibilités morphologiques des structures spatiales en bois. ■

À partir des années 1960, grâce à la rencontre des innovations techniques et scientifiques, la construction bois a pu concurrencer les performances dimensionnelles de matériaux tels que l'acier et le béton armé.