



HAL
open science

Le monde des charpentes

Frédéric Epaud

► **To cite this version:**

Frédéric Epaud. Le monde des charpentes. Dossiers d'Archéologie, 2019, Cathédrales gothiques, n° 396, pp.17-20. hal-02405690

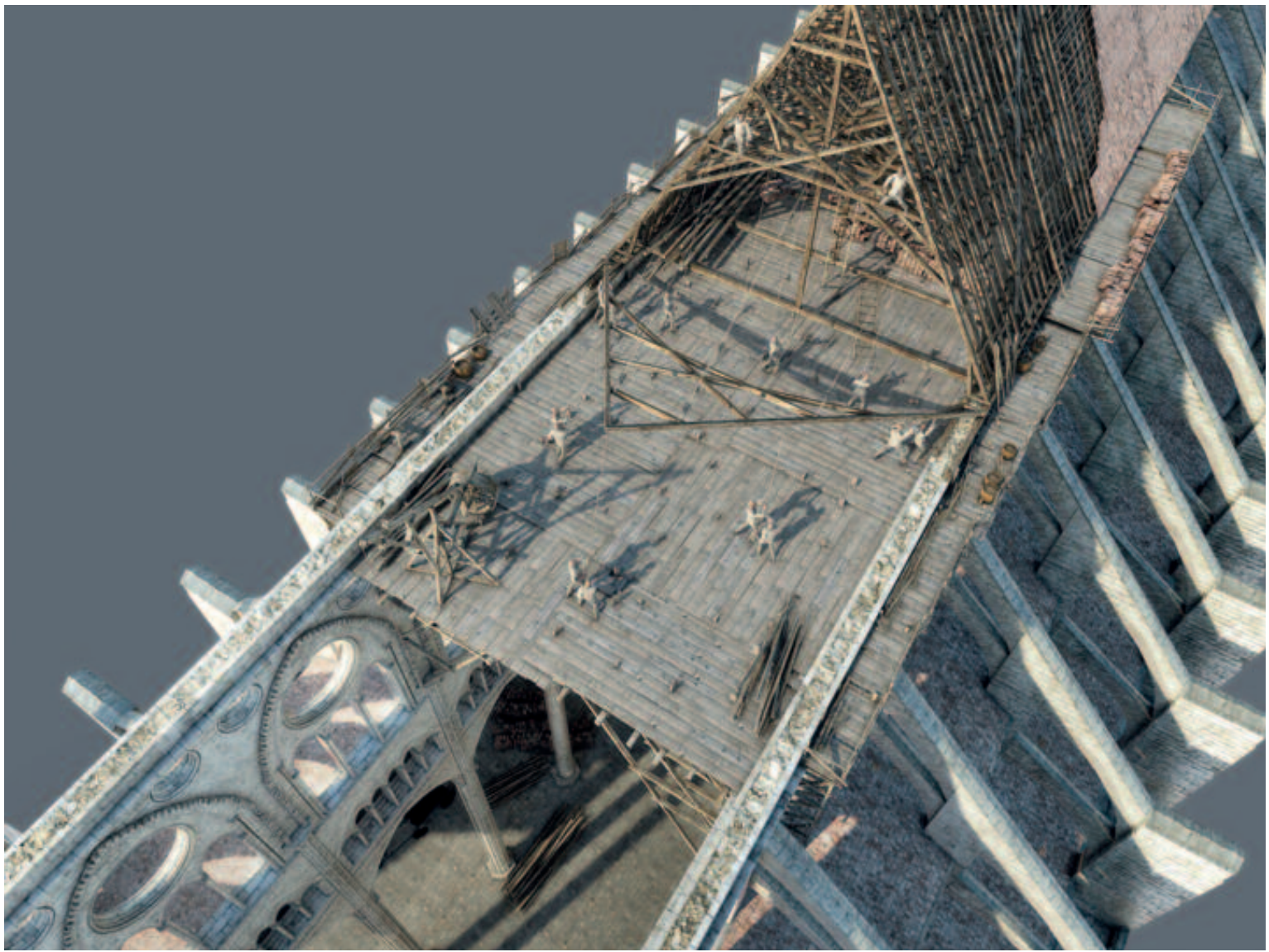
HAL Id: hal-02405690

<https://hal.science/hal-02405690>

Submitted on 11 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Montage des fermes de la charpente de la cathédrale de Bourges. Les fermes étaient levées une par une au moyen de cordes, ce qui explique la structure à chevrons-formant-fermes de la plupart des charpentes de cette période. © N. Nony, dans Fr. Épaud 2017

Le monde des charpentes

Aux XII^e et XIII^e siècles, la reconstruction des cathédrales romanes dans le nouveau style gothique représentait pour les maîtres charpentiers un défi considérable, du point de vue tant technique que logistique, en raison de l'ampleur exceptionnelle des chantiers. Il leur fallait concevoir de nouveaux types de charpentes, gérer l'approvisionnement en plusieurs centaines, voire en milliers, de grumes et trouver des solutions pour lever de lourdes charges sur des murs minces à près de 40 m de hauteur. La question sous-jacente porte sur l'existence d'une sylviculture performante en capacité de produire en quantité du bois d'œuvre de qualité et standardisé pour satisfaire la demande des nombreux chantiers.

LE BOIS D'ŒUVRE

Contrairement à de nombreuses idées reçues, les bois utilisés dans les charpentes des cathédrales gothiques ne furent jamais séchés pendant des années avant d'être utilisés. Ils étaient taillés verts et mis en place peu après leur abattage. Chaque poutre était un chêne équarri (tronc taillé en section rectangulaire) à la doloire et conservait le cœur du bois au centre de la pièce. La scie n'était pas utilisée au XIII^e siècle pour la taille des poutres. Pour cette raison, les chênes abattus correspondaient précisément aux sections recherchées, et leur équarrissage se faisait à *minima* au plus près de l'écorce, avec peu de perte de bois. Les bois ainsi taillés étaient indéformables, contrairement aux bois sciés. Les courbures naturelles du tronc étaient donc conservées à la taille, ce qui n'était en rien un handicap pour les charpentiers du XIII^e siècle.

À l'encontre, là aussi, de certains préjugés, les bois provenaient à plus de 90% de chênes de moins de 60 ans, au fût de faible diamètre (23-28 cm) et élancé sur une grande hauteur (10-16 m), avec peu de branches. Ces arbres jeunes, fins et longilignes, provenaient de hautes futaies où la densité du peuplement était maximale, la forte concurrence entre les chênes les contraignant à pousser rapidement vers la lumière, en hauteur, non en épaisseur. Ces futaies, appartenant le plus souvent à l'évêché ou au chapitre, étaient gérées selon une sylviculture spécifique, reposant sur la

régénération par coupe à blanc, par rejet de souche, et sur l'absence d'éclaircie, afin de produire rapidement et massivement des peuplements extrêmement denses, et donc des chênes adaptés à la construction et à la taille à la hache. Avec ce type de peuplement, les surfaces forestières sollicitées par ces grands chantiers ne représentaient que quelques hectares seulement : à peine 3 ha pour les 1200 chênes de la charpente de la cathédrale de Bourges en 1256-1258 (1200 grumes pour celle de Rouen, 1000 environ pour Notre-Dame de Paris vers 1220-1240). On est donc, là encore, bien loin des légendaires défrichements de forêts entières pour la construction des cathédrales gothiques...

LA STRUCTURE DES CHARPENTES

Les premières charpentes gothiques de la seconde moitié du XII^e siècle étaient simples de conception. Leur structure à « chevrons-formant-fermes » était constituée d'une succession de fermes indépendantes réparties en travées. Celles-ci comprenaient une ferme principale, avec un entrait à la base servant de tirant, et une série de

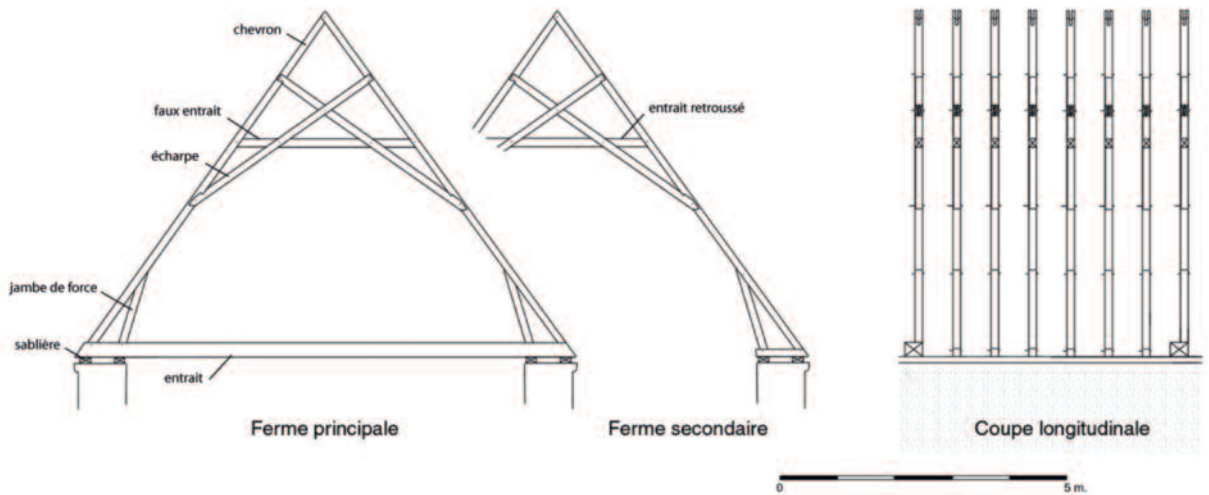


Chêne de 28 cm de diamètre en pied, de 16 m de hauteur, identique à ceux qui étaient utilisés dans les grandes charpentes du XIII^e siècle, comme celle de la cathédrale de Bourges. Forêt de Bercé, Sarthe. Photo Fr. Épaud.



Équarrissage d'un chêne à la doloire. Chantier expérimental de Guédelon, Yonne. Photo Fr. Épaud.

Exemple type de charpente gothique à chevrons-formant-fermes de la fin du XII^e siècle. Dessin Fr. Épaud.



fermes secondaires, dépourvues d'entrain, qui avaient donc tendance à s'écartier et à pousser les murs. À cause des premières voûtes gothiques encore très bombées, les travées de charpente devaient s'adapter à celles des voûtes pour le franchissement des entrains, comme aux cathédrales de Sens et de Lisieux. Ce n'est qu'au début du XIII^e siècle que les charpentes vont s'en affranchir par une surélévation des murs.

Pour adapter ces premières charpentes gothiques aux grandes portées des cathédrales, à des murs minces percés de grandes verrières et à la forte poussée des vents sur des toitures de plus en plus hautes, les maîtres charpentiers ont dû concevoir en quelques décennies de multiples techniques afin de les rendre indéformables pour la stabilité de l'édifice. Pour restreindre la poussée des fermes secondaires sur les murs, ils ont limité la longueur des travées à 3-4 m, comme aux cathédrales de Beauvais (2,90 m), Meaux (3,10 m), Bourges (3,20 m), Paris (3,60 m) et Tours (3,80 m), assurant ainsi une répartition homogène des

charges le long des murs. Dans le même objectif, la pente du toit fut redressée : de 45° au milieu du XII^e siècle à 60° un siècle plus tard, pour que ces poussées latérales tendent vers la verticale des murs. Des dispositifs longitudinaux furent aussi mis en œuvre dans les années 1220-1240 pour reporter sur les fermes principales les charges des fermes secondaires, comme aux cathédrales de Rouen, de Meaux, de Paris, d'Auxerre et à la collégiale de Mantes. Ces dispositifs vont s'améliorer dans la seconde moitié du XIII^e siècle, non sans ratés, comme à Beauvais et Bourges, où les poinçons de faible section se sont brisés sous les charges.

Des recherches sur le renforcement des entrains marquent cette période qui accompagne la diffusion du poinçon (pièce verticale axiale); elles concernent, par exemple, l'emploi d'entrains courbes (cathédrale de Tours), de suspentes (Paris, Saint-Ouen de Rouen), de pièces métalliques (Rouen, Tours). À partir du XIV^e siècle, les dispositifs vont s'alléger, et les fermes seront raidies plus simplement.

À gauche : Cathédrale de Sens, seconde moitié du XII^e siècle. La proximité des voûtes et de la charpente oblige l'insertion des fermes principales entre les voutains. Photo Fr. Épaud.

À droite : Charpente du chœur de la cathédrale Notre-Dame de Paris, vers 1220. La base de la charpente est surélevée de 1 m au-dessus de l'extrados des voûtes, pour s'en libérer. Photo Fr. Épaud.



DES ARCS-BOUTANTS POUR LA CHARPENTE

Le redressement de la pente des charpentes jusqu'à 60° va permettre de décorer les toitures de motifs polychromes en tuiles vernissées, avec des façades ornementées. Toutefois, en période de tempête et de grand vent, ces hautes toitures pentues génèrent de fortes poussées sur les murs minces. C'est pourquoi de nombreuses cathédrales, comme celles de Bourges, de Reims, de Beauvais, de Chartres, de Paris et d'Amiens, furent dotées d'arcs-boutants avec une volée supérieure d'arcature placée au sommet des murs, bien au-dessus de la retombée des voûtes, pour contenir de telles poussées au cas où la toiture viendrait à subir de telles contraintes.

LE LEVAGE

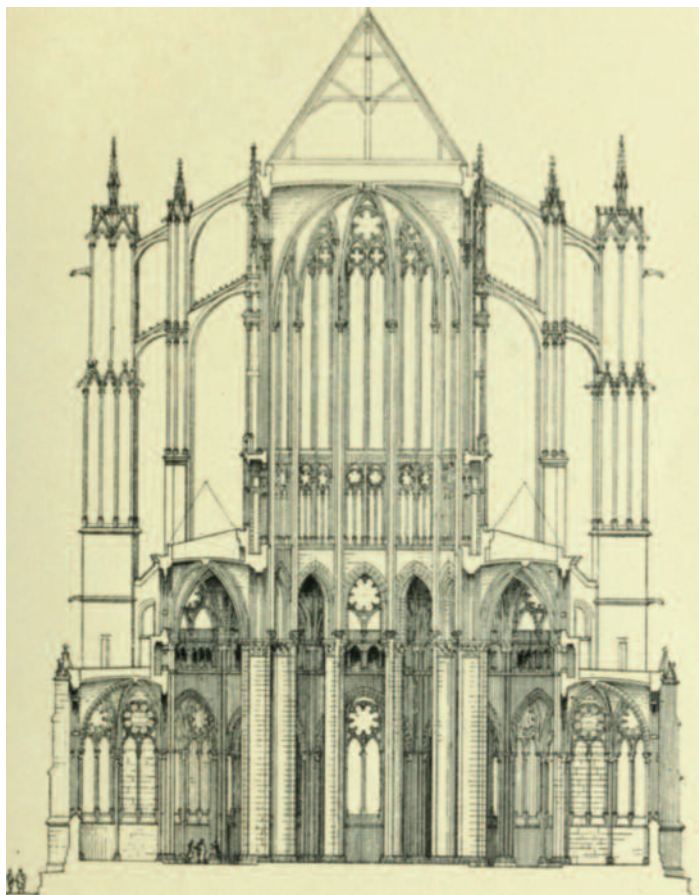
Le levage des bois, longs parfois de 10 à 15 m, ne pouvait se faire que depuis l'intérieur du vaisseau, en suivant la progression du montage de la charpente. Il nécessitait un plancher de travail établi au sommet des murs, sur lequel chaque ferme était remontée puis levée une à une, en toute sécurité. Les pièces longitudinales étaient montées dans un second temps. La présence d'un tel plancher suppose que les voûtes n'étaient construites qu'après l'achèvement des charpentes, comme



cela fut démontré à Bourges et à Chartres, de manière aussi à garantir le séchage du mortier du voûtement à l'abri des intempéries.

La destruction récente de la charpente de Notre-Dame de Paris constitue une immense perte pour notre patrimoine culturel et la connaissance des charpentes de cette époque. Une reconstruction à l'identique avec les techniques de taille à la hache serait sans doute une opportunité inespérée d'en perpétuer la mémoire et de transmettre aux charpentiers du XXI^e siècle les savoir-faire qui avaient permis l'érection de ces chefs-d'œuvre, à l'image peut-être des grands chantiers du XIII^e siècle.

Technique de la travée courte appliquée à la charpente de la cathédrale de Bourges, 1256-1258. Photo Fr. Épaud.



Coupe de la cathédrale de Beauvais. La volée supérieure des arcs-boutants ancrée à la base de la charpente bien au-dessus de la retombée des voûtes servait à compenser les poussées de la haute toiture, notamment en cas de grand vent. D'après A. de Baudaot, 1916.

Bibliographie

- ÉPAUD (Fr.) — La charpente de Notre-Dame de Paris : état des connaissances et réflexions diverses autour de sa reconstruction, 2019 : <https://www.scientifiquesnotre-dame.org/articles>
- ÉPAUD (Fr.) — Les forêts et le bois d'œuvre au Moyen Âge dans le Bassin parisien, dans *La forêt au Moyen Âge*, Paris, Les Belles Lettres, 2019, p. 142-153.
- ÉPAUD (Fr.) — Les charpentes gothiques face au défi du gigantisme, dans *Les structures gothiques : à la poursuite de l'équilibre*, à paraître, éditeur?.
- ÉPAUD (Fr.) — *La charpente de la cathédrale de Bourges. De la forêt au chantier*, Tours, PUF, 2017.
- ÉPAUD (Fr.) — *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, Caen, CRAHM, 2007.
- HOFFSUMMER (P.) dir. — *Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle. Typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Paris, Monum-Éditions du patrimoine, 2002.
- LAUTIER (C.) — Restaurations récentes à la cathédrale de Chartres et nouvelles recherches, dans *Bulletin monumental*, 169-1, 2011, p. 3-11.