



**HAL**  
open science

## La charpente disparue de Notre-Dame

Frédéric Epaud

► **To cite this version:**

Frédéric Epaud. La charpente disparue de Notre-Dame. Revue Histoire, Hors série n°57, décembre 2019, p. 40-45, 2019, pp.40-45. <hal-02442889>

**HAL Id: hal-02442889**

**<https://hal.science/hal-02442889v1>**

Submitted on 16 Jan 2020

**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.



HAL Authorization

# La charpente disparue de Notre-Dame



Fig. 1. Charpente gothique de la nef de la cathédrale Notre-Dame de Paris.

*La destruction des toitures de Notre-Dame représente une immense perte scientifique pour la connaissance des grandes charpentes du XIII<sup>e</sup> siècle (fig. 1). Pour en mesurer la portée, il est nécessaire de faire un état des connaissances sur la structure et sur les bois d'œuvre, avant d'aborder succinctement quelques questions sur sa possible reconstruction.*

Frédéric Épaul, chercheur CNRS, laboratoire Cités, territoires, environnement et sociétés (Citeres),  
spécialiste des charpentes médiévales  
Photos de l'auteur, sauf mention contraire

## État des connaissances

Le relevé architectural des charpentes médiévales de Notre-Dame avait été réalisé en 2015 par Rémi Fromont, actuel architecte en chef des monuments historiques sur le chantier Notre-Dame, et Cédric Trentesaux, architecte du patrimoine, dont une courte synthèse a été publiée en 2016 dans la revue *Monumental*. Avant cette étude, seuls quelques croquis avaient été effectués en 1915 par l'architecte en chef des monuments historiques Henri Deneux, ainsi qu'un scanner de la charpente en 2014 par l'entreprise Art Graphique et Patrimoine. Un mémoire de DEA fut également réalisé en 1995 par Virginie Chevrier dans le cadre d'une analyse dendrochronologique de la charpente, encadrée par Georges-Noël Lambert (CNRS) sur la base de 70 échantillons. Si le relevé complet et précis de la charpente a bien été réalisé, une analyse archéologique méritait toutefois d'être entreprise pour mieux comprendre le fonctionnement des structures, les procédés de mise en œuvre et de levage, l'organisation du chantier et sa progression, les phases de construction et de reprise. Les datations dendrochronologiques de 1995 restaient imprécises et pouvaient être affinées

pour dater à l'année près les différentes campagnes du chantier et les restaurations. L'étude dendrologique des bois méritait aussi d'être réalisée pour définir le profil écologique des chênes (morphologie, âge, croissance...) et par là même connaître l'état des forêts exploitées au XIII<sup>e</sup> siècle. Cette étude reste donc à faire à partir des documents existants et des bois calcinés, ce qui est prévu dans les années à venir dans le cadre du « Chantier CNRS Notre-Dame ».

Cette perte est d'autant plus grande que ce n'est pas une mais trois charpentes gothiques qui ont disparu : celle construite sur le chevet vers 1220, celle de la nef édifiée quelques années après et qui était plus perfectionnée, et enfin celle qui appartenait à la première charpente des années 1160-1170 dont les bois furent réemployés (fig. 2). Les charpentes des deux bras du transept, de la flèche et des travées du vaisseau central limitrophes à la flèche dataient des travaux de Lassus et Viollet-le-Duc au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle.

Fig. 2. Charpente de l'abside mise en place vers 1220 avec en réemploi les chevrons montrant les mortaises vides de leur première utilisation vers 1160-1170.



### Les bois d'œuvre

Les bois utilisés dans les charpentes de cette époque étaient taillés verts et mis en place peu après leur abattage, non séchés pendant des années comme on l'a souvent entendu. Au XIII<sup>e</sup> siècle, la scie n'était pas encore utilisée pour la taille des poutres et chaque pièce était un chêne équarri à la hache conservant au centre le cœur (fig. 3 et 4). Les chênes abattus correspondaient précisément aux sections recherchées et leur équarrissage se faisait *a minima* avec peu de perte de bois tout en conservant les courbures naturelles du tronc. Ainsi, les bois équarris étaient résistants et flexibles sur de grandes longueurs.

On estime que la construction de la charpente gothique de Notre-Dame a nécessité l'abattage de près de 1000 chênes. Environ 97 % d'entre eux provenaient de fûts de 25-30 cm de diamètre et de 12 m de long maximum (fig. 5). Le reste, soit 3 %



Fig. 3. Tranche d'une poutre du XIII<sup>e</sup> siècle de la charpente de la cathédrale de Bourges. Elle montre un jeune chêne à croissance rapide qui conserve de l'aubier en périphérie.

seulement, correspondait à des fûts de 50 cm de diamètre et de 15 m maximum pour les pièces maîtresses (entraits). Ces proportions sont similaires à celles mesurées dans les charpentes du XIII<sup>e</sup> siècle des cathédrales de Lisieux, Rouen, Bourges, Bayeux, Poitiers. D'après les études de charpentes comparables du XIII<sup>e</sup> siècle, la majorité de ces chênes étaient jeunes, âgés en moyenne de 50 ans avec des croissances rapides (cernes larges) dans les quinze à vingt premières années (fig. 4). On est donc bien loin de l'image d'Épinal des énormes chênes au tronc épais, aux cernes étroits et vieux de plusieurs siècles.

L'analyse des bois de la cathédrale de Bourges a montré que ces arbres jeunes, fins et élancés provenaient de hautes futaies où la densité du peuplement était maximale et où la forte concurrence entre les chênes les a contraints à pousser rapidement en hauteur vers la lumière, non en épaisseur (fig. 5). De telles futaies étaient gérées selon une sylviculture basée sur la régénération par coupe à blanc, le recépage comme un taillis et sur l'absence d'éclaircie pour conserver l'hyperdensité du peuplement. Elles produisaient ainsi



Fig. 4. Fût de chêne de 28 cm de diamètre en pied et de 16 m de hauteur, identique à ceux utilisés dans la charpente de Notre-Dame de Paris au XIII<sup>e</sup> siècle. Forêt de Bercé, Sarthe.

Fig. 5. Équarrissage à la doloire d'un chêne. Chantier expérimental de Guédelon, Yonne.

massivement et rapidement des chênes de qualité, fins, hauts et droits, parfaitement adaptés à la construction en bois et la taille à la hache. Les surfaces forestières sollicitées pour ces grands chantiers ne représentaient donc que quelques hectares seulement : à peine 3 ha pour les 1 200 chênes de la charpente de la cathédrale de Bourges. On est donc là encore bien loin des légendaires défrichements pour la construction des cathédrales gothiques ou des bois d'œuvre de médiocre qualité liés aux élevages de porcs en forêt qui se pratiquaient certes abondamment mais pas sur les mêmes parcelles.

## La structure de la charpente

Au début du XIII<sup>e</sup> siècle, les maîtres charpentiers étaient confrontés à des difficultés jusqu'alors inédites pour adapter les charpentes au gigantisme des cathédrales, à leurs murs minces percés de grandes verrières et à la forte poussée des vents sur des toitures de plus en plus hautes et pentues. Ce défi était d'autant plus ardu que les premières charpentes gothiques dites à « chevrons-formant-fermes » généraient d'importantes poussées latérales. En effet, ces structures sont subdivisées en travées, constituées chacune d'une ferme principale pourvue à la base d'un tirant (entrait) et d'une succession de

fermes secondaires, sans entrait, qui ont donc tendance à s'écartier à la base. Pour y remédier, le maître charpentier de Notre-Dame a conçu une structure qui fait la parfaite synthèse de toutes les expérimentations réalisées en son temps sur les grands chantiers afin de limiter au minimum les poussées sur les murs minces (fig. 6). Pour cela, il a adopté pour le toit une forte pente à 55°. Il a mis en place un dispositif longitudinal ingénieux pour soutenir les fermes secondaires et reporter leurs charges sur les fermes principales, au droit de poteaux latéraux et des poinçons de la nef (fig. 7). Pour cette raison, les fermes principales sont renforcées par des arbalétriers et soulagées par des consoles (fig. 8) et des suspentes, même si un doute subsiste sur l'origine de ces dernières. Souvent considéré à tort comme un système de levage ou de contreventement, ce dispositif longitudinal se rencontre pareillement dans les années 1220-1240 aux cathédrales de Rouen, Meaux, Auxerre, à la collégiale de Mantes, dans la grande grange Saint-Lazare de Beauvais ou à l'abbaye de Royaumont. En complément de cet agencement, le maître charpentier a réduit au minimum la longueur des travées à 3,60 m de façon à limiter encore les poussées des fermes secondaires au sein des travées comme on l'observe également aux cathédrales de Beauvais (2,90 m), Meaux (3,10 m), Bourges (3,20 m) ou Tours (3,80 m).

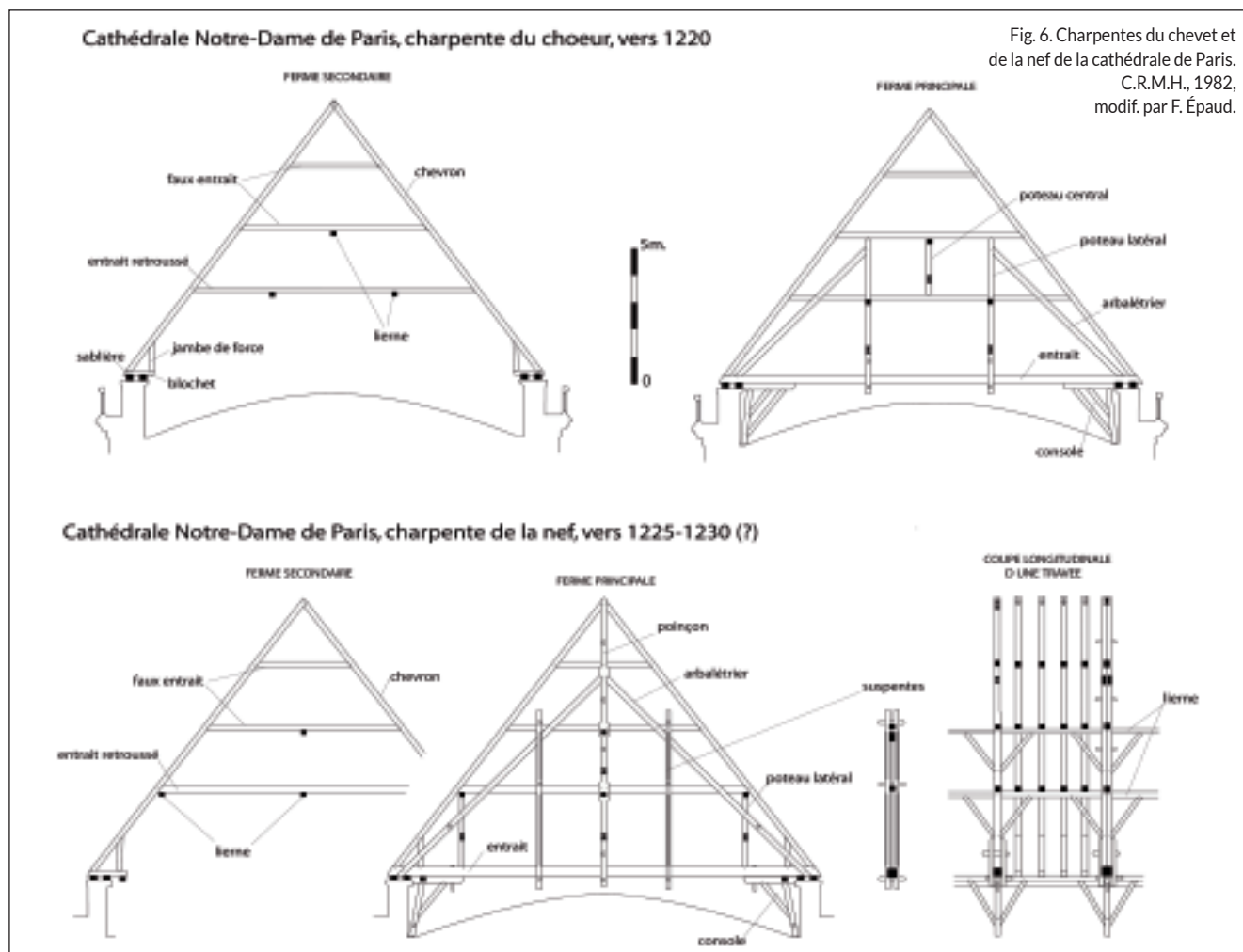


Fig. 6. Charpentes du chevet et de la nef de la cathédrale de Paris. C.R.M.H., 1982, modif. par F. Épaud.



Ci-dessus. Fig. 7. Liernes longitudinales supportant les fermes secondaires pour transmettre leurs charges aux poinçons des fermes principales.

À droite. Fig. 8. Base d'une ferme principale de la nef avec l'assemblage de l'arbalétrier au poteau et à l'entrait, soutenu en sous-face par une console.

Ainsi, l'équilibre parfait de la répartition des charges au sein de la structure et sur les murs porteurs a su assurer le maintien et la pérennité de la charpente et des maçonneries sur huit siècles. Toutefois, une critique d'authenticité de ces dispositifs reste à faire à partir des relevés existants, des photographies et des bois calcinés afin de savoir s'ils n'ont pas été restaurés ou modifiés au cours des siècles passés.

Dans l'état actuel des connaissances, cette charpente concentrait l'essentiel des techniques les plus novatrices des années 1220. L'accumulation de ces dispositifs explique la forte densité des bois par rapport aux autres charpentes de sa période, ce qui lui a valu le surnom de « forêt ». Cette charpente figurait parmi les plus grands chefs-d'œuvre de la charpenterie gothique française par sa complexité technique et son exceptionnel état de conservation.

## Questions autour d'une reconstruction à l'identique

Apposer l'empreinte de notre temps à Notre-Dame par un « geste architectural » n'est plus aussi légitime que par le passé en raison du classement de l'édifice au titre des Monuments historiques qui le soumet à la charte de Venise. Son article 9 stipule qu'une partie détruite doit être restituée fidèlement, à l'identique, tant que celle-ci est documentée par des relevés précis, ce qui est donc le cas pour les charpentes et la flèche de Notre-Dame.

Concernant les bois nécessaires à la reconstruction à l'identique des charpentes, la quantité est estimée à 1 000 chênes, de faible diamètre pour la majorité d'entre eux, ce qui est peu comparé au potentiel forestier français de 6 millions d'hectares en chênaies, soit un milliard de chênes. Leur prélèvement se ferait par des abattages ciblés au sein des peuplements, et non par des coupes rases, limitant ainsi l'impact écologique sur les écosystèmes forestiers.

Quant à l'argument d'avoir une structure pérenne « qui ne brûle pas », seules les charpentes en chêne équarri ont fait la preuve d'une longévité de plus de huit siècles avec peu, voire aucun entretien tant qu'elles sont bien conçues et que les mesures de sécurité sont respectées comme une bonne étanchéité, une surveillance adaptée, la



présence de colonnes sèches dans le comble, etc. La conservation d'un monument suppose certaines prises de risque, aussi limitées soient-elles, afin d'en préserver la valeur patrimoniale et l'authenticité matérielle et technique.

Une reconstruction à l'identique n'a de sens que si les bois sont équarris à la hache, en conservant le cœur au centre de la pièce, selon les techniques de la charpenterie traditionnelle. Ces bois équarris à la hache sont plus résistants et de meilleure tenue que les bois sciés pour répondre aux contraintes des structures à chevrons-formant-fermes médiévales. Avec des bois de scierie, la charpente de Notre Dame n'aurait pas le même comportement et connaîtrait des désordres structurels sur le long terme, comme on le constate dans de nombreuses charpentes modernes aux bois sciés. L'équarrissage à la hache n'est plus pratiqué que dans quelques petites entreprises en France. Il est pourtant de plus en plus demandé par les Monuments historiques pour la restauration de charpentes anciennes. Les entreprises ont donc besoin de formation pour réapprendre ce savoir-faire traditionnel, ce qui est justement proposé par la loi du gouvernement pour la restauration de Notre-Dame.

Un chantier traditionnel sur le parvis de Notre-Dame avec des dizaines de charpentiers équarrisant les bois à la hache

permettrait aux entreprises de renouer le lien avec les règles ancestrales de leur métier. Un tel chantier serait sans nul doute spectaculaire et émouvant auprès du grand public car il témoignerait du respect de notre époque pour un patrimoine gestuel et technique qui se doit d'être préservé en France dans le cadre des Monuments historiques comme élément de notre identité culturelle et encore plus sur l'un des monuments les plus chers à la nation. L'afflux des dons serait par ailleurs bien plus important que pour une charpente industrielle avec des bois sciés.

Le véritable défi que représente la reconstruction de la charpente de Notre-Dame n'est pas de faire une structure high-tech, ce que nous savons très bien faire sur des architectures contemporaines, ou d'exécuter un fac-similé avec des bois sciés, mais bien de pouvoir réaliser aujourd'hui une charpente dans le respect des savoir-faire traditionnels en bois équarris à la hache. Ce choix serait d'une étonnante modernité car il permettrait à un corps de métier de se réapproprier des techniques respectueuses de l'histoire du monument, par l'emploi d'un matériau bio-sourcé prélevé en valorisant nos ressources forestières selon une éthique écologique, et travaillé manuellement avec une empreinte carbone quasi nulle, selon des préoccupations écoresponsables somme toute très ancrées dans le XXI<sup>e</sup> siècle.

### BIBLIOGRAPHIE

- CHEVRIER V., *La Charpente de la cathédrale Notre-Dame de Paris à travers la dendrochronologie*, 2 vol., mémoire de DEA en histoire de l'art et archéologie médiévale, universités Paris IV et Besançon, 1995.
- C.R.M.H., *Charpentes XIII<sup>e</sup> siècle*, vol. 2, Paris, ministère de la Culture, direction du Patrimoine, 1982.
- ÉPAUD F., *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, Caen, Publications du CRAHM, 2007.
- ÉPAUD F., *La Charpente de la cathédrale de Bourges. De la forêt au chantier*, Tours, PUF, coll. Perspectives historiques, 2017.
- ÉPAUD F., « 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. 143-154.
- FROMONT R. et TRENTESEAUX C., « Le relevé des charpentes médiévales de la cathédrale Notre-Dame de Paris : approches pour une nouvelle étude » dans *Monumental*, semestriel 1, Paris, Éditions du patrimoine, 2016, p. 70-77.
- HOFFSUMMER P. (dir.), *Les Charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Cahiers du Patrimoine n° 62, 2002.
- LE PORT M., « Évolution historique de la charpente en France », dans *Encyclopédie des métiers*, t. 1 : *La Charpente et la construction en bois*, Paris, Librairie du Compagnonnage, 1977, p. 379-610.