



Les charpentes gothiques face au défi du gigantisme

Frédéric Epaud

► To cite this version:

Frédéric Epaud. Les charpentes gothiques face au défi du gigantisme. Les structures gothiques : à la poursuite de l'équilibre. Publication des actes du 3ème colloque international, Sep 2017, Tournai, Belgique. hal-02403547

HAL Id: hal-02403547

<https://hal.science/hal-02403547v1>

Submitted on 10 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.

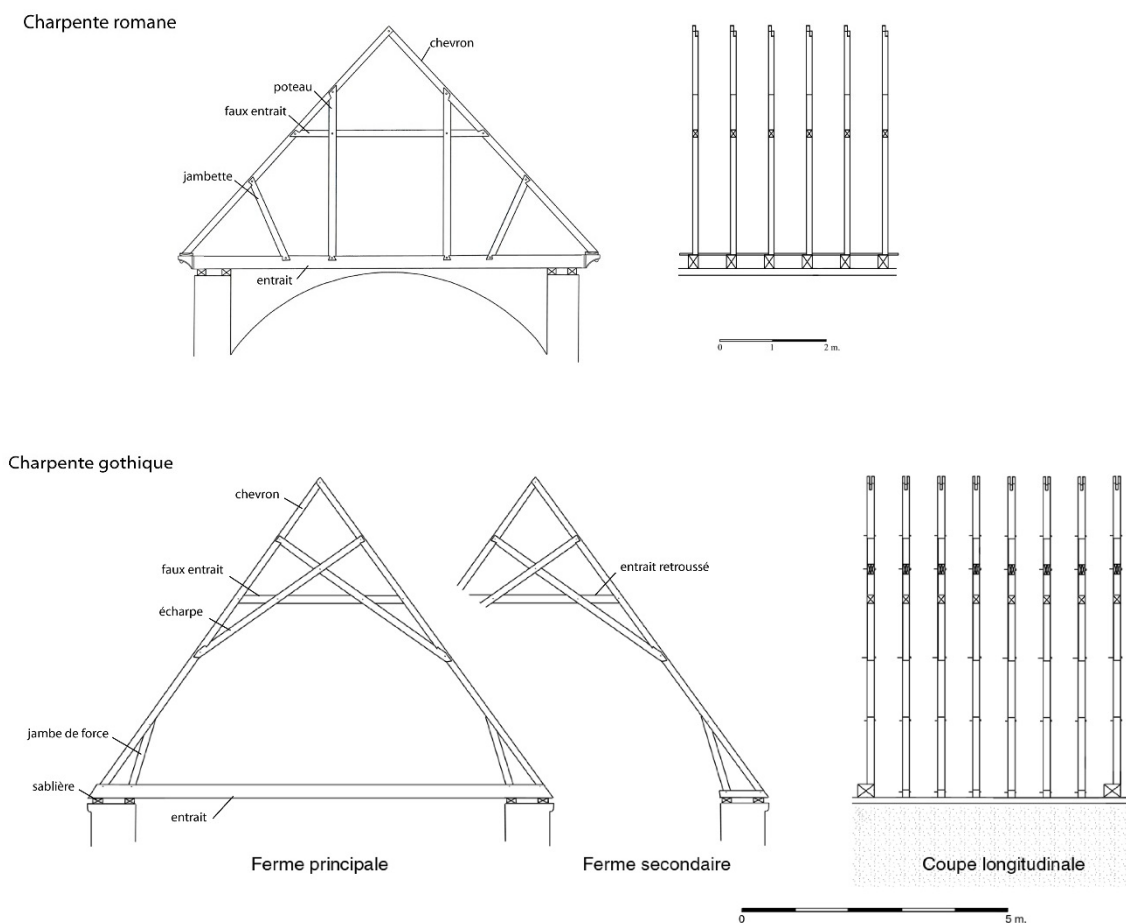
Les charpentes gothiques face au défi du gigantisme

Frédéric Epaud (Chercheur CNRS, UMR 7324 LAT-CITERES)

Aux XIIe et XIIIe siècles, les maîtres d'œuvre charpentiers chargés de couvrir les grands édifices gothiques furent confrontés à des difficultés qu'ils n'avaient jusqu'alors jamais rencontrées. Ces défis étaient de trois ordres. Le premier relevait de la structure même des charpentes. Conçues seulement depuis quelques décennies vers le milieu du XIIe siècle, les charpentes gothiques devaient s'adapter à des édifices hors normes avec des exigences de report de charges imposées par la minceur des murs, la présence de voûtes ou la forte poussée des vents sur des toitures de plus en plus hautes et pentues. Le deuxième défi était lié à la logistique des grands chantiers, tant par la gestion de nombreuses équipes, l'approvisionnement en plusieurs centaines, voire en milliers de grumes en un temps relativement court, que par les procédés de levage des charpentes sur des murs minces à plus de 40 m de hauteur parfois. Enfin, le troisième défi portait sur la capacité des forêts à produire en quantité du bois d'œuvre de qualité standardisé, et sur la nécessité de développer une sylviculture performante pour répondre aux besoins des nombreux chantiers de construction aux XIIe-XIIIe siècles.

L'avènement de la charpente gothique en France septentrionale au milieu du XIIe siècle a révolutionné la structure des ouvrages de couverture, la forme des toits et surtout la répartition des charges sur les murs des édifices. Aux XIe-XIIe siècles, les charpentes romanes étaient constituées d'une succession de fermes à entrain, toutes identiques, non contreventées, de faible pente, avec une reprise des charges directement sur les entrain¹ (fig. 1).

Fig. 1 : Exemple type d'une charpente romane et d'une charpente gothique (Dessin F. E.).



Ces charpentes ne présentaient pas de travée et les entrain porteurs servaient au plafonnement des vaisseaux. Les charges étaient donc réparties sur les murs romans de façon verticale et homogène le long des gouttereaux. Avec les premières charpentes gothiques la structure du comble fut radicalement transformée avec l'insertion de la travée dans la charpente, constituée d'une ferme

¹ Epaud 2007, p. 135.

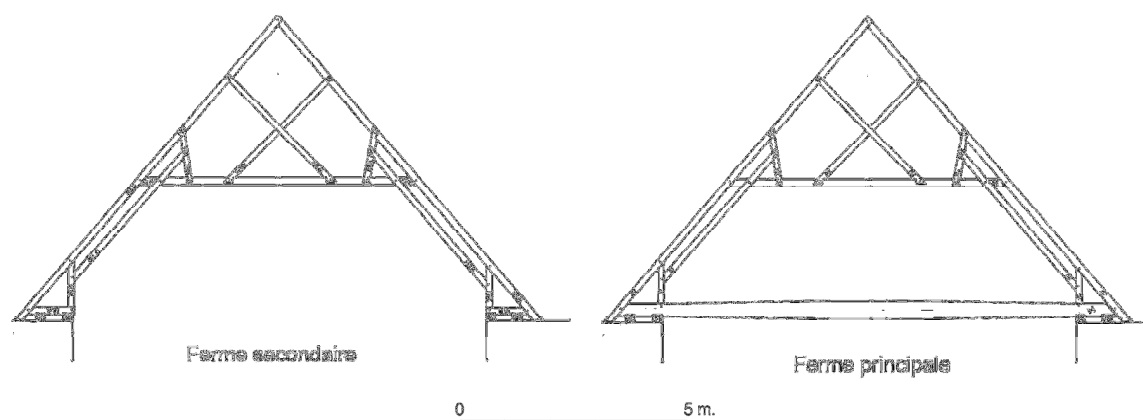
principale à entrain et d'une succession de fermes secondaires sans entrain (**fig. 1**). Toutefois, en privant les fermes secondaires de tirant à leur base, celles-ci avaient tendance à s'écarter et à générer de fortes poussées latérales sur les murs. De plus, il n'était plus possible de reporter les charges de la ferme sur l'entrain. Le poids du couvrement devait désormais être reporté d'un chevron à l'autre par un jeu d'entrains retroussés et d'écharpes croisées qui compensaient et annulaient mutuellement les tensions de chaque versant.

Ces premières charpentes gothiques avaient pour handicap de s'adapter difficilement aux grands édifices. Plus les fermes étaient grandes, plus les poussées latérales générées au sein des travées étaient importantes et donc préjudiciables pour la stabilité des murs qui avaient tendance à s'amincir et à s'ouvrir de grandes verrières. Face à ces difficultés, les maîtres charpentiers expérimentèrent des dispositifs dont les rares témoins qui nous sont parvenus témoignent d'une recherche foisonnante ponctuée d'innovations ingénieuses et d'erreurs de conception.

L'une des réponses les plus simples appliquées aux poussées latérales fut de redresser la pente des toits. En effet, en inclinant plus fortement les versants, les poussées des fermes secondaires se réduisent d'autant et tendent à la verticale des murs. Ainsi, ces derniers pouvaient s'amincir et s'affranchir des contraintes générées par la charpente. La pente des versants se redressa donc progressivement de 45° au milieu du XIIe siècle à 60° vers le milieu du XIIIe siècle dans le Bassin parisien, quels que soient les matériaux de couverture ou les dimensions de l'édifice.

Certains dispositifs furent expérimentés au sein des fermes pour limiter leur écartement à la base. A la cathédrale de Lisieux vers la fin du XIIe siècle, la partie inférieure des fermes fut rendue indéformable en doublant les chevrons avec des sous-chevrons fonctionnant comme des attelles (**fig. 2**). Cette technique très efficace a pourtant été peu diffusée. On la rencontre à la même époque à la chapelle de l'hôpital Saint-Jean d'Angers (Maine-et-Loire)², aux églises d'Hermonville (Marne), Notre-Dame d'Etampes (Essonne), et plus tardivement à la grange du Val-de-la-Haye (Seine-Maritime) vers 1216-1220 ou à l'église Saint-Martin de Laon (Aisne) vers 1226-1240.

Fig. 2 : Charpente du bras nord de la cathédrale de Lisieux, vers 1192-1202 (Epaud 2007, p. 367, fig. 15).



Les

croisées d'écharpes furent par contre un dispositif largement diffusé dans les charpentes gothiques (**fig. 1**). Celles-ci permettaient de limiter l'écartement de la ferme et de restreindre les poussées latérales sur les murs. Ces écharpes apparaissent dès 1165-1175 à Fontevraud au prieuré Saint-Lazare (Maine-et-Loire)³, à la chapelle de Chanu (Eure) vers 1183-1192 ou à la grange de Warnavillers (Oise) en 1190. Plus l'assemblage des écharpes est placé près du pied des chevrons, plus la reprise des poussées latérales est efficace. On l'observe plus particulièrement dans les grandes fermes où les poussées sont les plus importantes comme à la cathédrale de Sens dans la seconde moitié du XIIe siècle ou à l'hôpital Saint-Jean d'Angers en 1183. L'emploi des grandes écharpes disparaît dans le courant du XIVe siècle pour être remplacé par des entrains retroussés.

D'autres initiatives virent le jour à la fin du XIIe siècle. Déjà connu au XIe siècle, le poinçon⁴ se diffusa largement pour soulager l'entrain de son propre poids et lui permettre ainsi de franchir de

² Hunot 2011, p. 283.

³ Hunot 2001, p. 131-132.

⁴ Pièce verticale axiale au sein de la ferme, assemblée en tête aux chevrons et/ou aux raidisseurs et en pied à l'entrain.

grandes portées. Comprimé en tête par les deux chevrons et assemblé aux raidisseurs, le poinçon travaille en traction et assure une triangulation au sein de la ferme telle une colonne vertébrale. Pour mieux suspendre l'entrait, le tenon du pied du poinçon est parfois taillé en demi-queue d'aronde, bloqué par un rossignol ou encore fixé par un chevillage métallique (Cathédrale de Rouen, abbaye de Bonport, Seine-Maritime). L'étrier métallique apparaît plus tardivement au milieu du XIII^e siècle comme à la cathédrale de Tours pour garantir une meilleure suspension de l'entrait. Pour limiter encore le fléchissement des entrails longs, certains maîtres charpentiers utilisèrent des bois courbes pour leur donner un profil concave (**fig. 3**).

Fig. 3 : Charpente du bras sud de la cathédrale de Tours, vers 1284. L'entrait courbe est suspendu au poinçon à l'aide d'un étrier métallique d'origine (Cl. F. E.).



Il est probable que la diffusion des voûtes sur croisée d'ogives au XII^e siècle ait conditionné l'apparition puis la généralisation des charpentes tramées⁵ gothiques. En effet, les voûtes d'ogives conçues au XII^e siècle et au début du XIII^e siècle ont souvent la particularité d'être pénétrantes dans le comble avec un extradoss situé au-dessus du niveau des sablières, ce qui était incompatible avec les charpentes romanes dont chaque ferme était dotée d'un entrait à la base. Les charpentes devaient donc s'adapter à la trame des voûtes bombées en insérant les fermes principales à entrait entre les voûtes au droit des arcs doubleaux (**fig. 4**).

⁵ Charpente subdivisée en travée.

Fig. 4 : Charpente de la chapelle templière de Chanu, Villiers-en-Desœuvre, Eure, 1183-1192 (Cl. F. E.)



Fig. 5 : Charpente de la cathédrale de Sens, seconde moitié du XIIe siècle (Cl. F. E.).



Sur nombre de petits édifices, cet ajustement de la trame de la charpente à celle des voûtes s'accompagne même parfois de l'emploi d'entrants courbes pour que les fermes principales puissent enjamber l'extrados de l'arc doubleau. En Normandie, les plus anciennes charpentes tramées se rencontrent précisément sur des voûtes fortement exhaussées sur des chevets de la seconde moitié du XIIe siècle et du début du XIIIe siècle, sur les églises de Sainte-Marie-aux-Anglais vers 1144 (Calvados), de Chanu vers 1190, de Vaux en 1224, d'Ussy et de Quatremare au début du XIIIe siècle (Eure). Dans les grands édifices gothiques de cette période, le bombement des voûtes est moindre du fait de leurs portées. Malgré cela, certaines grandes charpentes n'ont pu s'en affranchir comme à la cathédrale de Lisieux où les charpentes mises en œuvre entre 1183 et 1215 s'adaptent aux voûtes avec des fermes principales positionnées au niveau des arcs doubleaux. A la cathédrale de Sens, certaines voûtes sexpartites du XIIe siècle particulièrement exhaussées ont aussi conditionné la trame de la charpente (**fig. 5**). Ces exemples sont toutefois peu nombreux et dans la

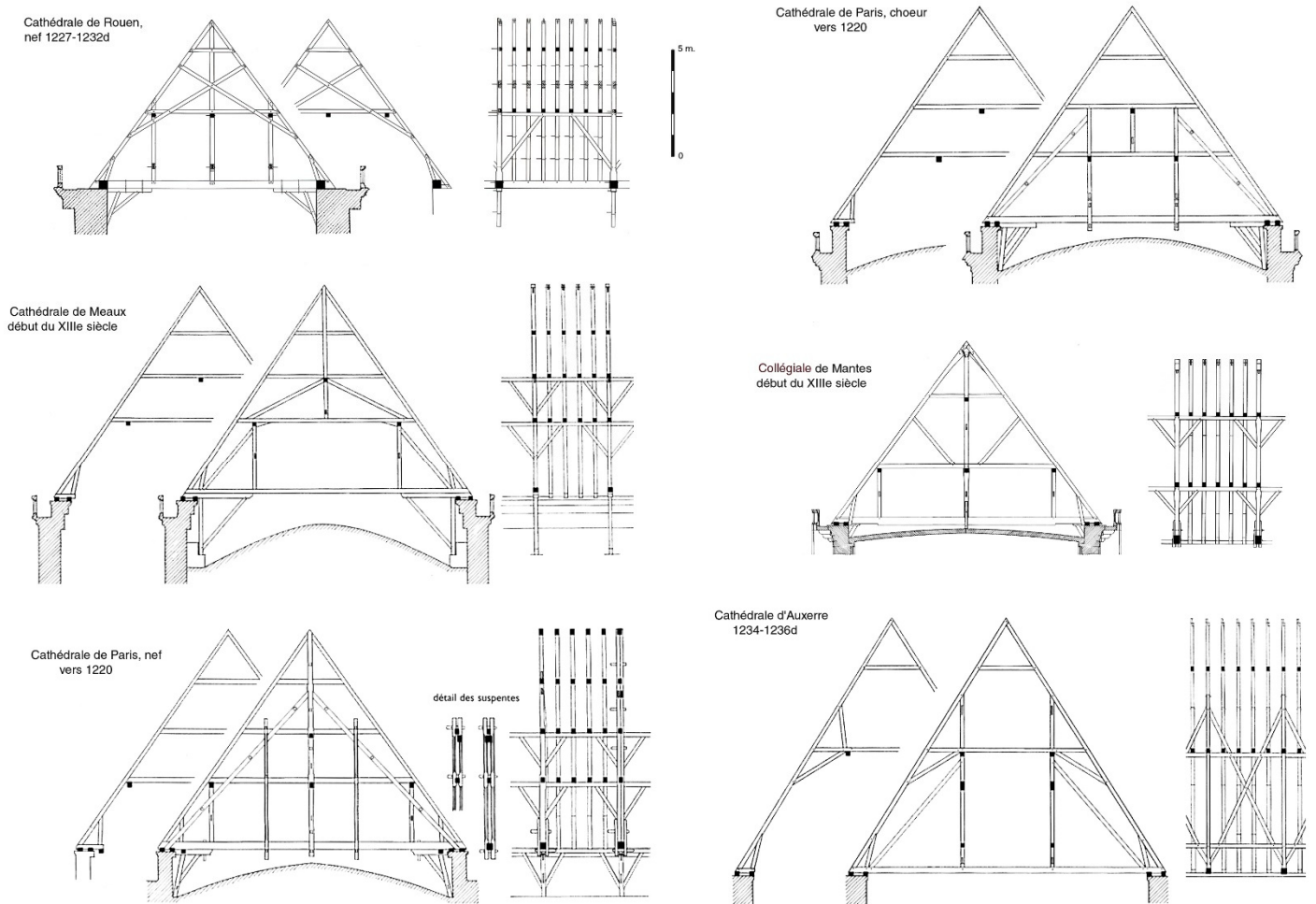
plupart des grands édifices les gouttereaux sont surhaussés de quelques assises afin que les charpentes puissent s'affranchir des voûtes et ne pas avoir de longues travées de 7 à 10 fermes secondaires. Une telle quantité de fermes secondaires juxtaposées aurait en effet généré inévitablement de trop fortes poussées latérales et la déformation des murs minces.

Le surhaussement des grandes charpentes par rapport aux voûtes permettait surtout de réduire au minimum la longueur des travées pour limiter les poussées latérales. A la cathédrale de Bayeux, la charpente du chœur et des croisillons (1225-1250) possède des travées de 2,70 m à l'entraxe avec seulement 3 fermes secondaires. Cette technique de la travée courte se retrouve aussi à la cathédrale de Bourges (1254) avec des travées de charpente de 3,20 m de 4 fermes secondaires, ainsi que dans celles des cathédrales de Tours (travées de 3,80 m), de Meaux, de Paris (3,60 m) et de Beauvais (2,90 m), là où les contraintes architectoniques sont similaires. Ces exemples sont parmi les plus représentatifs. Les charpentes d'édifices plus modestes et architecturalement moins complexes présentent des travées un peu moins courtes (4 à 5 m environ) mais toujours inférieures à celles des voûtes.

Ainsi, avec une pente forte et des travées courtes, la charpente répartit ses charges de façon homogène le long des murs gouttereaux de manière quasi verticale. Le surpoids des fermes principales par rapport aux fermes secondaires, du fait de la présence de l'entrait et du poinçon, ne génère pas de complication particulière pour les murs, tant que les fermes principales ne récupèrent pas les charges des fermes secondaires.

Outre la technique de la travée courte, les maîtres d'œuvre innovèrent pour réduire encore plus les poussées des fermes secondaires sur les murs. Dans plusieurs grandes charpentes, ils mirent en place un dispositif destiné à soutenir les fermes secondaires par des pièces longitudinales (liernes) placées sous les entrails retroussés, et à reporter leurs charges sur les fermes principales, sur les poinçons et des poteaux latéraux (**fig. 6**). Les fermes secondaires ainsi soutenues limitent leurs poussées latérales sur les gouttereaux tandis que les charges transmises aux poinçons sont compensées par la triangulation qui assure à ces derniers leur suspension. Quant aux poteaux latéraux qui viennent s'appuyer sur les entrails, des consoles sont mises en place sous ces derniers pour les soulager et reporter ces charges latérales sur les murs, au droit des piles comme à la cathédrale de Rouen ou dans les grandes granges monastiques qui répondent des mêmes contraintes architectoniques (grange de Saint-Lazare de Beauvais). Ces dispositifs se diffusent largement dans les années 1220-1240 dans les charpentes des cathédrales de Rouen, Meaux, Paris, Auxerre, la collégiale de Mantes et aussi dans des bâtiments conventuels (abbaye de Royaumont). Ces dispositifs longitudinaux vont s'améliorer dans la seconde moitié du XIII^e siècle en se limitant strictement aux liernes axiales et en les démultipliant aux différents niveaux d'entrails retroussés et de faux entrails comme aux cathédrales de Bourges, Tours, Beauvais, Soissons, Tournai (Belgique). Cette évolution n'a pas été sans quelques ratés comme aux cathédrales de Beauvais et de Bourges où, dans cette dernière, les poinçons de faible section se sont brisés sous les charges. A partir du XIV^e siècle, les maîtres d'œuvre vont comprendre que ces dispositifs peuvent s'alléger et qu'il est possible de raidir les fermes secondaires plus simplement.

Fig. 6 : Charpentes munies d'un dispositif de report des charges des travées sur les fermes principales (Epaud 2007, p. 188, fig. 169).

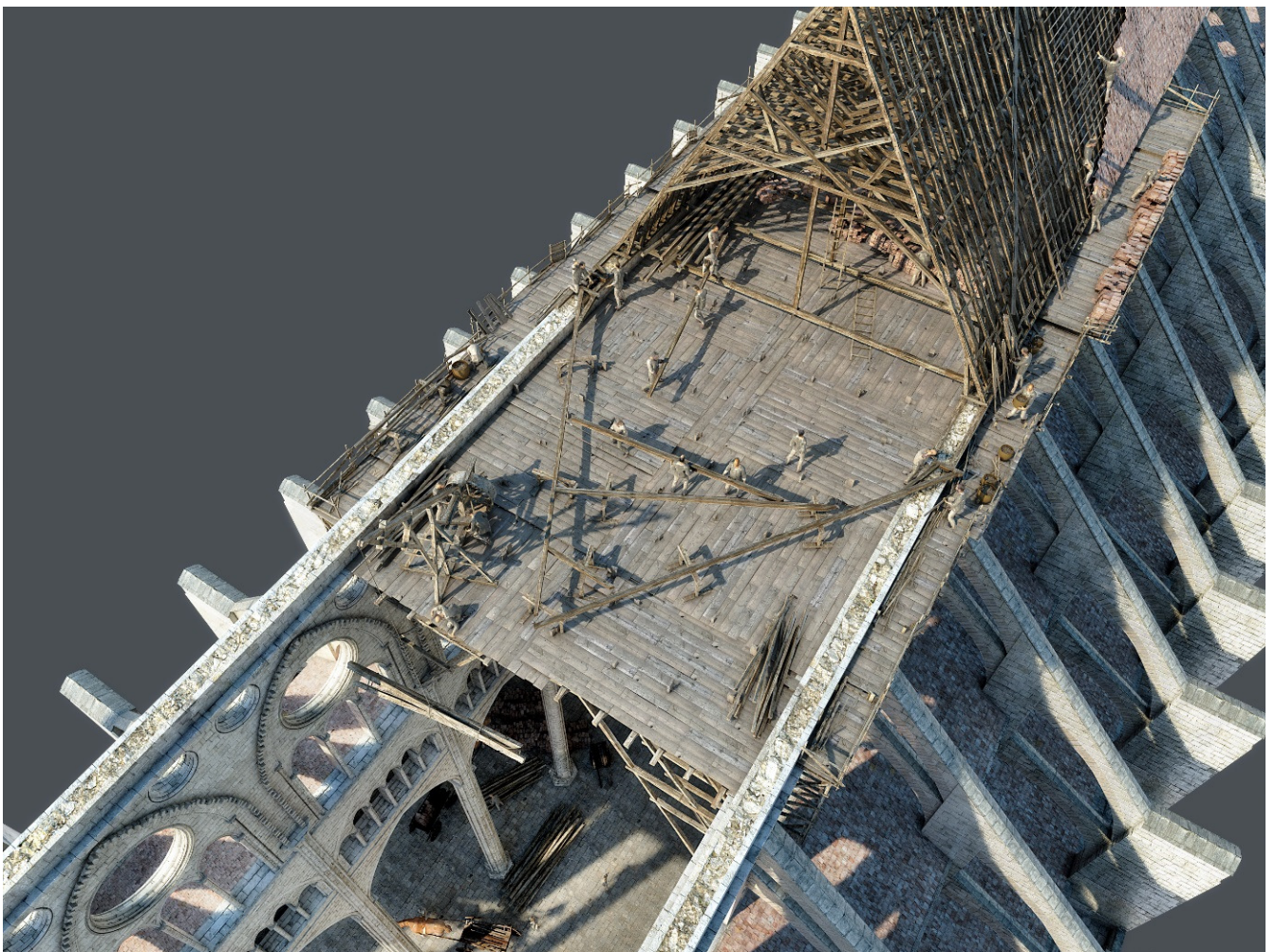


En raison du redressement de la pente des grandes toitures gothiques jusqu'à 60° au cours du XIIIe siècle, les poussées latérales générées par les vents sur les versants de toiture devinrent un facteur de risque important pour la stabilité des gouttereaux. En période de tempête et de grands vents, ces poussées peuvent contraindre fortement les murs à supporter le double des charges normales, voire largement plus. C'est pourquoi on observe sur nombre de grands édifices gothiques des arcs boutants avec une volée supérieure d'arcature placée en partie sommitale des murs, sous la corniche et loin au-dessus de la retombée des charges des voûtes, au cas où ces murs venaient à subir de telles poussées (**fig. 7**). De tels arcs-boutants avec une volée sommitale placée à la reprise des poussées de la charpente s'observent aux cathédrales de Bourges, Reims, Beauvais, Chartres, Paris et Amiens.

Fig. 7 : Arcs-boutants de la cathédrale de Bourges (Cl. F.E.).



Fig. 8 : Montage de la charpente de la cathédrale de Bourges (Epaud 2017).



Les dimensions démesurées de certaines charpentes ne représentaient pas seulement un défi pour des questions structurelles aux maîtres d'œuvre, mais également sur le plan logistique pour le levage des fermes. Le levage des pièces de bois, longues de 10 à 15 m, ne pouvait se faire par l'extérieur du vaisseau en raison de la présence des collatéraux, des chapelles latérales, des arcs boutants, ni même par le parvis depuis la façade occidentale du fait de la difficulté de manipuler les poutres dans le dédale des ouvertures possibles par-dessus des portails sculptés⁶. Pour limiter la manutention, le levage des longs bois devait nécessairement se faire au droit du montage de la charpente, à la verticale du chantier depuis l'intérieur du vaisseau, et suivre sa progression d'un bout à l'autre du vaisseau. Le montage d'une grande charpente à chevrons-formant-fermes réclamait la présence d'un plancher de travail établi au sommet des murs sur lequel chaque ferme était remontée puis levée (**fig. 8**). Ce plancher, qui était déplacé suivant la progression du montage de la charpente, offrait ainsi aux charpentiers la possibilité de lever les bois depuis le sol, de les entreposer, de les manipuler en toute sécurité pour réassembler chaque ferme et permettre son levage. Outre le levage des bois, la mise en place d'un tel plancher par des perches d'échafaudage supposait que les voûtes étaient absentes pour que les perches puissent prendre appui sur les gouttereaux au droit des baies hautes ou du triforium. Aux cathédrales de Bourges et de Chartres, il a été démontré que les voûtes étaient montées tardivement, après l'achèvement des toitures⁷. Par ailleurs, il semble logique que les voûtes étaient montées après la pose de la toiture pour que celle-ci puisse garantir le séchage du mortier à l'abri des intempéries. On ne peut concevoir que le maître d'œuvre eût pris le risque d'exposer les maçonneries des voûtes en cours de construction aux précipitations d'un orage qui aurait ruiné instantanément l'ouvrage.

Le défi que représentait un grand chantier pour les maîtres d'œuvre ne se limitait pas à la conception des structures ni à la logistique du montage. Il était également de pouvoir approvisionner le chantier en grande quantité de bois d'œuvre de qualité en un temps relativement court, ce qui suppose des forêts bien gérées et localisées à proximité pour limiter le coût du transport. Les estimations de quantité de grumes nécessaires à la mise en œuvre des charpentes d'une cathédrale sont en effet assez édifiantes. Les charpentes de la cathédrale de Rouen posées sur tous les grands vaisseaux entre 1220 et 1232 ont nécessité 1200 grumes pour 130 m linéaire ; celles de la cathédrale de Bayeux entre 1223 et 1250, 1020 grumes pour 100 m ; celles de la cathédrale de Lisieux entre 1183 et 1216, 940 grumes pour 100 m. A la cathédrale de Bourges, les charpentes longues de 100 m ont été posées en l'espace de deux ans seulement en 1256-1257 alors qu'elles ont réclamé l'abattage de 1170 chênes d'une très grande qualité, sans compter les bois nécessaires aux charpentes des collatéraux, des beffrois, des échafaudages et au lattis de la couverture. Il apparaît que de tels approvisionnements représentaient un coût excessif s'il n'était pas anticipé longtemps à l'avance. Les datations dendrochronologiques réalisées sur de nombreuses charpentes montrent pourtant que les abattages étaient réalisés juste avant la mise en œuvre, si tant est que ces analyses soient faites sur un échantillonnage proportionnel aux dimensions de la charpente⁸. Basées sur un échantillonnage de cent à trois cents échantillons, les analyses faites sur quelques charpentes de cathédrales montrent que ce ne fut pas toujours le cas et que les approvisionnements furent parfois prévus longtemps avant le chantier, vraisemblablement pour en limiter le coût.

A la cathédrale de Poitiers, l'abattage des 700 chênes destinés aux trois charpentes des deux bras du transept et du chœur, structurellement identiques, fut programmé près de 20 ans avant leur montage, avec au moins dix coupes distinctes réparties entre 1196 et 1222⁹. Ces différentes campagnes d'abattage, qui avaient été réalisées dans des parcelles forestières distinctes d'après l'étude des profils de croissance, concernaient néanmoins des bois morphologiquement similaires en diamètre

⁶ Pourtant, certaines reprises des charpentes à la période moderne ont été réalisées avec un levage des bois depuis les tours de façade comme à la cathédrale de Bourges en 1747 pour la charpente médiane du vaisseau avec un passage de toutes les poutres depuis l'oculus d'une voûte de la tour sud, où à la cathédrale de Bayeux pour la charpente de la nef depuis la tour nord. Dans les deux cas, les engins de levage furent laissés en place dans les tours.

⁷ Epaut 2017 et Lautier 2011.

⁸ Pour une charpente d'un millier de bois, il est en effet nécessaire que les analyses s'appuient sur un échantillonnage d'au moins une centaine de prélèvements pour être représentatives et fiables scientifiquement.

⁹ Epaut 2013.

et en longueur. Respectant ainsi des gabarits précis, les abattages ont été programmés sur le long terme pour sélectionner des bois standardisés, destinés à des charpentes conçues aussi vraisemblablement, dans leur forme générale, deux décennies avant leur montage.

Ce cas de figure se rencontre aussi à la cathédrale de Tours où la coupe des bois du chœur fut anticipée 15 ans avant la mise en œuvre de l'ouvrage, avec une multitude de campagnes d'abattage réparties entre 1248 et 1263.

La cathédrale de Bourges est certainement l'exemple le plus intéressant de ce point de vue. La grande charpente dressée en seulement deux ans, en 1256-1257, sur les 100 m du vaisseau principal fut réalisée avec 1200 chênes dont l'approvisionnement fut anticipé 26 ans avant le chantier, avec au moins 21 coupes d'abattage réparties sur toute cette durée¹⁰. Une telle anticipation suppose donc un stockage des grumes très vraisemblablement en contexte forestier, à l'ombre et au frais, en fond de vallon humide afin de limiter les attaques d'insectes et de champignons. Cette prévision s'explique par les difficultés rencontrées par le chapitre et l'archevêque pour financer le chantier de la nef comme en témoignent les importants emprunts contractés par l'Eglise de Bourges et les sollicitations auprès du pape Grégoire IX en 1237 et 1241 pour permettre de soulager les dettes.

Fig. 9 : Chêne de 28cm de diamètre en pied, de 16 m de hauteur. Forêt de Bercé, Sarthe (Cl. F.E.).

Dans la plupart des grandes charpentes gothiques du Bassin parisien de la fin du XII^e siècle et du XIII^e siècle, on constate que les bois consommés présentent une spécificité que l'on ne rencontre ni dans les charpentes romanes ni dans celles postérieures au XIII^e siècle. Elles sont en effet constituées de 90 à 95 % de chênes de moins de 60 ans, de faible diamètre (23-27 cm), au fût très élancé et régulier sur une grande hauteur (10-16 m), avec peu de branches et un houppier déployé qu'à la cime (**fig. 9**). Ils sont aussi caractérisés par une forte croissance radiale dans les 10-20 premières années, ce qui correspond à des rejets de souche ayant poussés sans contrainte dans un milieu ouvert, puis un ralentissement drastique de la croissance sous l'effet d'une concurrence toujours plus forte et d'une fermeture du milieu. Ces arbres provenaient donc majoritairement de futaies denses régénérées par rejet de souche, selon le régime du taillis suite à des coupes à blanc qui devaient être réalisées dans les limites d'un enclos pour la protection des rejets. Ces peuplements ainsi protégés ne connurent aucune éclaircie pour maintenir la densité au maximum des capacités biologique du chêne, et garantir ainsi la compétition entre les sujets, une croissance très rapide en hauteur non en



¹⁰ Epaul 2017.

épaisseur, et un fort élancement des tiges. Ce mode de régénération et cette très forte densité du peuplement expliquent ces profils de longs fût élancés à moins de 60 ans, qui ne se rencontrent pas avant le milieu du XII^e siècle ni après le XIII^e siècle. Ce mode de sylviculture semble donc avoir été abandonné au cours du XIV^e siècle, suite probablement à la diminution de la demande et aussi au changement de gestion des futaies seigneuriales. Celles-ci furent en effet de plus en plus exploitées à la fin du Moyen Âge en faire-valoir indirect par des marchands de bois qui privilégièrent le taillis sous futaie au détriment de la futaie, avec davantage de prélèvements par furetage qui eurent pour conséquence d'éclaircir et de dégrader le couvert forestier. C'est pourquoi on observe dans les charpentes des XV^e-XVI^e siècles majoritairement des bois de fort diamètre et de moindre longueur, avec l'emploi généralisé du débitage à la scie afin de les adapter aux sections voulues. A l'époque moderne, cette situation empira avec une généralisation du taillis-sous-futaie qui obligea les maîtres charpentiers à consommer massivement des bois débités, à réemployer d'anciens bois et à concevoir de nouvelles formes de charpentes adaptées aux bois courts comme les fermes à portique et sur blochet, les toits à la Mansart et plus exceptionnellement les charpentes à la Philibert Delorme.

Bibliographie :

- Epaud F., 2017. *La charpente de la cathédrale de Bourges. De la forêt au chantier*, PUFR, Tours.
- Epaud F., 2013. Les charpentes. In : Andrault-Schmitt C. (dir.) *La cathédrale Saint-Pierre de Poitiers. Enquêtes croisées*, Geste éditions, La Crèche, p. 188-208.
- Epaud F., 2007. *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*. Publication du CRAHM, Caen.
- Lautier C., 2011. Restauration récentes à la cathédrale de Chartres et nouvelles recherches, *Bulletin Monumental*, t. 169-1, p.3-11.
- Hunot J.-Y., 2001. *L'évolution de la charpente de comble en Anjou du XII^e au XVIII^e siècle*, Patrimoine d'Anjou : études et travaux 1, Angers.
- Hunot J.-Y., 2011. L'hôpital Saint-Jean d'Angers : un ensemble de charpentes du XII^e siècle. In Hoffsummer (dir.) *Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle, Grand Ouest de la France*, AMA Vol. 5, Brepols, Turnhout, p. 279-294.
- Hoffsummer (dir.), 2011. *Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle, Grand Ouest de la France*, AMA Vol. 5, Brepols, Turnhout.
- Hoffsummer (dir.), 2002. *Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle, France du Nord et Belgique*. Cahiers du Patrimoine n° 62, Paris.