



**HAL**  
open science

## L'idée d'un Corpus tectorum lié à la dendrochronologie

Patrick Hoffsummer

► **To cite this version:**

Patrick Hoffsummer. L'idée d'un Corpus tectorum lié à la dendrochronologie. ARCADE Approche diachronique et Regards croisés: Archéologie, Dendrochronologie et Environnement, 2014, Aix-en-Provence, France. pp.19-32. hal-02143034

**HAL Id: hal-02143034**

**<https://hal.science/hal-02143034>**

Submitted on 5 Jun 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.

# L'idée d'un *Corpus tectorum* lié à la dendrochronologie

*Patrick Hoffsummer\**

---

## Résumé

Les progrès récents de l'archéologie du bâti génèrent de nombreuses études sur l'histoire de la construction. Les synthèses larges sont les plus difficiles à entreprendre car elles demandent de collecter des informations dispersées, souvent inédites. L'objectif du *Corpus tectorum*, centré sur la Belgique et la France est de rassembler de la documentation matérielle sur l'évolution des toitures qui possèdent encore leurs anciennes charpentes, du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle. La méthodologie est celle mise en place par Patrick Hoffsummer, dans le sillage d'études pionnières comme celles de Henri Deneux ou Friedrich Ostendorf avec l'apport récent de la dendrochronologie.

Cette entreprise est le fruit de collaborations entre le Centre d'archéométrie de l'Université de Liège et des institutions qui ont la charge de la gestion ou de l'étude du patrimoine culturel immobilier, en particulier la Médiathèque de l'architecture et du Patrimoine du Ministère de la Culture et le Ministère de la Région Bruxelles-Capitale. Les régions qui ont déjà fait l'objet de publications de synthèse sont la Wallonie, le nord de la France et la Belgique, l'ouest de la France. D'autres ouvrages sont en préparation sur la région de Bruxelles et le nord-est de la France.

Outre l'étude typonchronologique des différentes formes de charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, la recherche s'intéresse au processus de construction des charpentes anciennes, aux essences forestières, à l'évolution des pentes de toit, aux matériaux de couverture. À ce stade du *Corpus*, plus avancé au nord de la Loire qu'au sud, on a pu mettre en évidence la grande inventivité technique des constructeurs du XIII<sup>e</sup> siècle. Puis vient l'adaptation des techniques de charpenterie pour économiser le bois d'œuvre, avant que la Révolution industrielle ne change plus fondamentalement l'art de bâtir. Des traits régionaux dans la manière de charpenter et de couvrir semblent aussi se dégager en plus d'une évolution dans le temps. Sur ce dernier aspect, une extension du projet vers la zone méditerranéenne apporterait les compléments nécessaires à une vision culturelle plus large.

**Mots-clés :** Histoire de l'architecture, histoire de la construction, archéologie du bâti, dendrochronologie.

## Abstract

Recent progresses in building archeology generate numerous studies on the history of construction. Broad syntheses are the most difficult to carry out because they require the collection of scattered information, often unpublished. The *Corpus tectorum* objective, focused on Belgium and France, is to gather material documentation on the evolution of the roofs that still have their old frames, from the 11th to the 19th century. The methodology is the one established by Patrick Hoffsummer, in the wake of pioneering studies like those of Henri Deneux or Friedrich Ostendorf, with the recent contribution of dendrochronology.

This initiative is the result of collaborations between the Center of Archeometry of Liège University and institutions that are in charge of the management or study of the immovable cultural heritage, in particular the Media Library of Architecture and Heritage of the Ministry of Culture and the Ministry of the Brussels-Capital Region. The regions that have already been the subject of summary publications are Wallonia, northern France and Belgium, and western France. Other works are being prepared in the Brussels region and northeastern France.

In addition to the typonchronological study of the various forms of frameworks from the 11th to the 19th century, the research focuses on the process of construction of old structures, forest species, evolution of roof slopes and on roofing materials. At this stage of the *Corpus*, more ahead in the north of the Loire than in the south, it was possible to highlight the great technical inventiveness of the 13th century builders. Then, the adaptation of carpentry techniques help to save timbers and, the Industrial Revolution fundamentally changed the art of building. Regional features in the way of carpentry and roofing also seem to emerge, in addition to an evolution over time. On this last aspect, an extension of the project towards the Mediterranean area would bring the necessary complements to a broader cultural vision.

**Keywords:** Architecture history, construction history, building archaeology, dendrochronology.

---

\* Université de Liège. Centre européen d'archéométrie, Laboratoire de dendrochronologie. Unité de recherche « Art, Archéologie et Patrimoine ». Conseiller scientifique à la Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine.

L'histoire de la construction en bois est peu abordée dans les ouvrages d'histoire de l'art du XIX<sup>e</sup> siècle et la chronologie est quasi absente de l'article « Charpente » du *Dictionnaire raisonné de l'architecture française* de Viollet-le-Duc<sup>1</sup>. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, deux personnalités importantes se sont intéressées de façon plus approfondie à cet aspect de l'histoire de la construction. Il s'agit de Friedrich Ostendorf (1871-1915) en Allemagne et d'Henri Deneux (1874-1969) en France<sup>2</sup>. Paradoxalement, ces chercheurs européens ne se doutent pas qu'outre Atlantique, un de leurs contemporains, l'astronome Andrew Ellicott Douglass (1867-1962), jette les bases d'une méthode de datation révolutionnaire qui aurait bouleversé leurs travaux si elle avait été mise au point en Europe au même moment<sup>3</sup>. Il faut attendre Bruno Huber puis Ernst Hollstein dans les années cinquante et soixante du XX<sup>e</sup> siècle pour que la dendrochronologie s'impose petit à petit auprès des archéologues européens<sup>4</sup>; bien davantage encore auprès des historiens de l'art<sup>5</sup>.

Un peu avant l'an 2000, le développement de l'archéologie du bâti, de la dendrochronologie et, plus globalement, de l'archéométrie, a atteint une maturité que les spécialistes de l'histoire de la construction n'ignorent plus. Un peu partout en Europe, des études ont révélé que la charpente de comble est une véritable « boîte noire » susceptible de renfermer quantité d'informations matérielles. Celles-ci apportent autant à l'histoire du monument lui-même qu'à l'histoire des techniques et de l'architecture en général.

Entre 2007 et 2009, convaincu de cette idée, le laboratoire du Centre Européen d'Archéométrie de l'Université de Liège (ULg-CEA) a coordonné un programme d'échanges internationaux sur le thème des « Toits de l'Europe »<sup>6</sup>. Cette initiative allait dans le même sens que les travaux de synthèse sur les charpentes françaises coordonnés par la Médiathèque de l'architecture et du patrimoine (MAP) du Ministère de la Culture à propos du Nord, puis de l'Ouest<sup>7</sup> en s'inspirant de la publication de notre recherche doctorale sur les charpentes de Wallonie<sup>8</sup>. En France, d'autres études ont vu le jour dans la foulée, en recourant, selon les moyens, à la dendrochronologie<sup>9</sup> tandis que le principe d'un inventaire raisonné retenu pour le Nord et l'Ouest

se poursuit au travers de deux initiatives : l'une en région bruxelloise<sup>10</sup> l'autre dans le nord-est de la France<sup>11</sup>.

Avec les publications de 2002 et 2011 sur le Nord et l'Ouest, les inventaires thématiques en cours dans le nord-est de la France et à Bruxelles seraient idéalement le noyau d'un *Corpus tectorum* dont la viabilité ne repose que sur la collaboration entre chercheurs, la difficile quête de financements, de mandats, et l'investissement d'éditeurs comme l'ont déjà fait les Éditions du patrimoine du Ministère français de la Culture ou Brepols au sein de sa collection *Architectura MediiAevi*. On relèvera d'ailleurs le succès international de l'édition anglaise du volume consacré à l'ouest de la France dont la version papier est épuisée<sup>12</sup> et qui sera bientôt disponible en ligne.

## ÉTAT DE LA QUESTION ET LIMITES DU CORPUS

Les deux ouvrages coordonnés à la MAP pour le Nord et l'Ouest couvrent des territoires en fonction des relais établis avec les chercheurs locaux et les autorités administratives. Pour le Nord, il s'agit du sud de la Belgique et du tiers septentrional de la France, correspondant approximativement à la Wallonie et aux anciennes régions administratives Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne, Lorraine, Alsace, Ile-de-France, Haute et Basse-Normandie, une partie de la région Centre (Loiret et Eure-et-Loir) et de la Bourgogne (Yonne). Pour l'Ouest : la Bretagne, les Pays de Loire, le Poitou et la Charente, l'Aquitaine et une partie de la région Midi-Pyrénées (le Gers uniquement). Le cadre chronologique est imposé par la nature de la documentation disponible. Comme pour le reste de l'Europe, on ne conserve guère d'éléments de charpente en place antérieurs au XI<sup>e</sup> siècle. Les vestiges les plus anciens sont des entrants de la nef de l'église Saint-Denis à Liège<sup>13</sup>. Dans l'Ouest, la guerre de Cent Ans a manifestement marqué un ralentissement dans l'activité constructive qui se traduit indirectement par la diminution de dates dendrochronologiques de charpentes. C'est aussi une période de destructions et de reconstructions auxquelles le dendrochronologue est parfois confronté.

## MÉTHODOLOGIE DU CORPUS TECTORUM

L'inventaire des charpentes du *corpus* a pour point de départ une documentation de première ou de seconde main plus ou moins détaillée selon les cas. On ne retient que les dossiers où un minimum de relevés en coupes longitudinale

1. Viollet-le-Duc 1854-1875.

2. Ostendorf 1908; Deneux 1927.

3. Webb 1983.

4. Hollstein 1980.

5. Fraiture 2011.

6. Hoffsummer 2009b; Hoffsummer, Eeckhout 2008.

7. Hoffsummer (dir) 2002; Hoffsummer (dir) 2011.

8. Hoffsummer 1995.

9. Bernardi 2007; Bontemps 2002; Bouticourt 2016; Epaud 2007; Epaud, Bernard 2009; Hunot 2001; Phalip 2004.

10. Weitz *et al.* 2015.

11. Blain 2015; Aumard 2015.

12. Hoffsummer (dir) 2009a.

13. Blain, Maggi, Hoffsummer 2015.

et transversale sont disponibles. Les monographies de toitures les plus abouties sont celles traitées avec l'approche de l'archéologie du bâti qui détermine si la structure est homogène ou si elle a été transformée, voire construite avec des pièces de récupération. Le relevé des charpentes à différentes échelles selon le niveau de détail utile est précieux. Les assemblages et leurs marques permettent de comprendre la technique du charpentier, dictée par le contexte culturel de son temps. D'autres signes gravés, encore visibles dans les monuments, identifiaient des lots de bois flottés parfois d'origine très lointaine. Les traces d'outils des charpentiers sont aussi précieuses pour comprendre le mode de débitage des bois dont la pratique a évolué au cours du temps et selon des contraintes liées à l'économie du matériau<sup>14</sup>.

La dendrochronologie, largement mise à contribution, a élargi ses compétences, d'autant plus nécessaires que les bois issus de régions de basse altitude, où l'homme a exercé tôt dans l'histoire une pression forte sur le paysage, posent de nombreux problèmes méthodologiques. Le plus souvent sous forme de carottages, le nombre d'échantillons prélevés dans une charpente varie entre 5 et 100 selon les problèmes rencontrés. Beaucoup de facteurs interviennent pour procéder à une dendrochronologie pertinente. À ces critères, relevant de la seule analyse des cernes, s'ajoute aussi l'impérieuse nécessité de choisir les échantillons en fonction de l'étude archéologique minutieuse du bâtiment qui jette les bases d'une chronologie relative<sup>15</sup>. Une analyse critique des bases de données sur le chêne, grâce à des analyses statistiques plus élaborées, conduit à réviser la datation de certains échantillons – essentiellement des séquences courtes ou fort perturbées par l'influence de l'homme sur la vie des arbres – sans conséquence grave sur la datation globale des sites. Cette révision a permis de mieux faire ressortir le signal climatique inscrit dans les moyennes de sites renforçant ainsi la qualité de la datation tout en offrant à l'historien du climat un matériel pour de futures études<sup>16</sup>. L'analyse affinée des échantillons d'un site permet aussi de caractériser le milieu forestier dont sont issus les arbres. La vision du dendrochronologue rejoint donc souvent celle de l'archéologue du bois pour identifier certaines ressources forestières médiocres, ainsi dans certains sites du Bas Moyen Âge en Bretagne ou en Normandie<sup>17</sup>.

Pour progresser, l'archivage et l'échange des données dendrochronologiques brutes – c'est-à-dire des mesures de cernes – mais aussi des métadonnées – localisation

géographique précise du site, proposition de datation, nom du dendrochronologue, laboratoire – sont essentiels. Le projet *Digital Collaboratory for Cultural-Historical Dendrochronology in the Low Countries (DCCD)*, né d'une initiative hollandaise<sup>18</sup>, croise nécessairement la route du *Corpus tectorum* car il s'agit dans les deux cas d'encourager les échanges au profit de meilleures performances en dendrochronologie européenne. Toutes ces recherches demandent un entretien et un perfectionnement constant des outils informatiques et logistiques. Le logiciel *Dendron*<sup>19</sup> intègre un *modus operandi* qui contient toutes les opérations fondamentales de la dendrochronologie, y compris la gestion de bases de données et de méta-données, un module de conversion en différents formats de laboratoires à l'échelle internationale, et de riches outils d'exportations de résultats tant calculés que graphiques. Il ouvre de riches possibilités d'analyse qui vont au-delà de la simple datation. Son utilisation par plusieurs laboratoires partenaires francophones est la base de progrès considérables et d'enrichissements tant du *Corpus tectorum* que du *DCCD*.

La typologie normalisée des charpentes – c'est-à-dire le classement selon leurs formes, leurs structures et leurs matériaux – est la colonne vertébrale du *Corpus tectorum*. Pour mener à bien cet inventaire raisonné, un important travail d'illustration normalisée a été mis en place. L'expérience montre qu'un relevé de terrain idéal, pour une bonne analyse archéologique, sera à l'échelle 1/20 (fig. 1) et comprendra au moins une coupe transversale et une coupe longitudinale partielle entre deux fermes. On y ajoutera des relevés complémentaires pour les marques d'assemblage, les traces de débitage, et une bonne couverture photographique. Ils illustrent des études monographiques. Au stade de la synthèse et de la publication par familles de charpentes (fig. 2), les relevés sont publiés avec moins de détails et réduits à une échelle commune (1/200), selon une charte graphique unifiée, accompagnée d'une ligne du temps et d'une carte<sup>20</sup>. Ces regroupements stimulent l'analyse avant même de proposer des hypothèses à caractère historique. Cette approche est le cœur du *Corpus tectorum*, ce qui le distingue des albums publiés antérieurement par le Centre de recherches sur les monuments historiques<sup>21</sup> par ailleurs fort utiles, ou de l'Encyclopédie des Compagnons charpentiers qui y puisent une partie importante de sa documentation<sup>22</sup>. Trois cents charpentes de toitures à deux versants composent le corpus publié du Nord et trois cent quatre-vingt-dix, celui de l'Ouest. Pour les deux volumes, on possède des données

14. Bláha, Janák, Růžička 2008.

15. Hoffsummer 2003.

16. Lambert 2002; Lambert 2011a.

17. Bernard, Epaud, Le Digol 2007.

18. Jansma *et al.* 2012.

19. Lambert 2006; Lambert 2011b.

20. Hoffsummer 2002b; Hoffsummer, Van Ruymbeke, Touzé 2011.

21. CRMH 1982.

22. Le Port 1977.

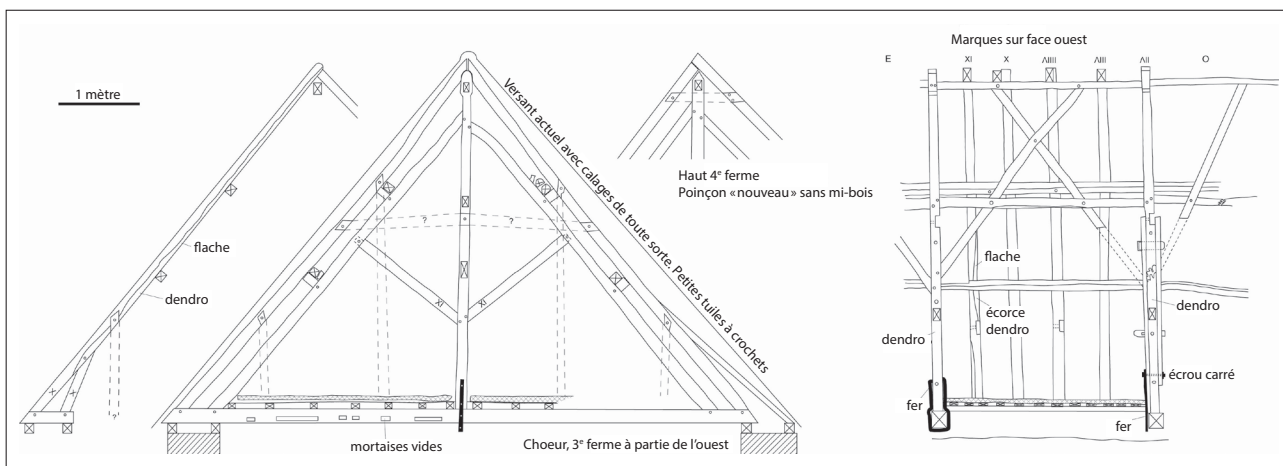


Fig. 1 – Fouquénies (Oise), église de Montmille, relevé archéologique à l'échelle 1/20 de la charpente remaniée du chœur, état existant d'une travée en 2012. ULG-CEA 2012.

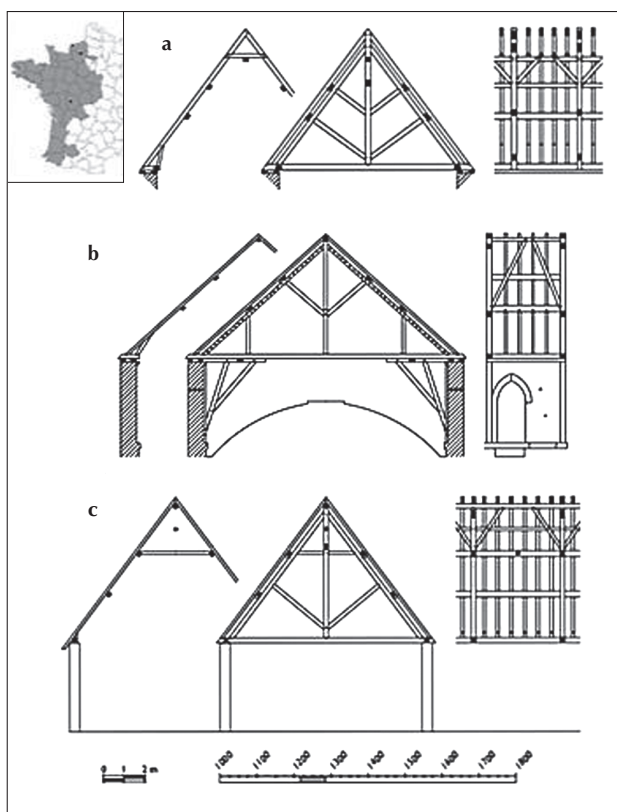


Fig. 2 – Exemple de planche illustrant une typologie (Hoffsummer 2011, 138, type 1.4.1.1.). Charpente à chevrons formant fermes contreventée par des pannes, liernes, sous-faitières et, le plus souvent, une panne faitière, avec des pannes à dévers pincées dans des doubles arbalétriers, avec de longues contrefiches à la place des faux-entraits : **a.** Fécamp (Seine-Maritime), église abbatiale de La Trinité, 1217-1223d (Rennes 1, V. Bernard); Epaud, 2007, 337-350. **b.** Poitiers (Vienne), cathédrale, nef, 1279-1280d, réparée, voire remaniée au-dessus des collatéraux en 1773-1774d (CEDRE et ULg 538); Blomme, 1994; EP François Jeanneau, 1990; Fillion, 1999. **c.** Pont-de-L'Arche (Eure), abbaye de Bonport, grange, charpente restituée datée de 1228d (Rennes 1, Y. Le Digol, V. Bernard, 2005); Epaud, 2007, 512-516.

dendrochronologiques pour deux cent d'entre elles. Afin de se limiter tout en choisissant un dénominateur commun à toutes ces toitures, on s'est concentré sur celles à deux versants, une forme simple mais révélatrice d'une multitude de choix techniques de construction. Plusieurs types de comble répondent à ces critères : plafonnés, lambrissés, construits au-dessus de voûtes, aménagés, etc.

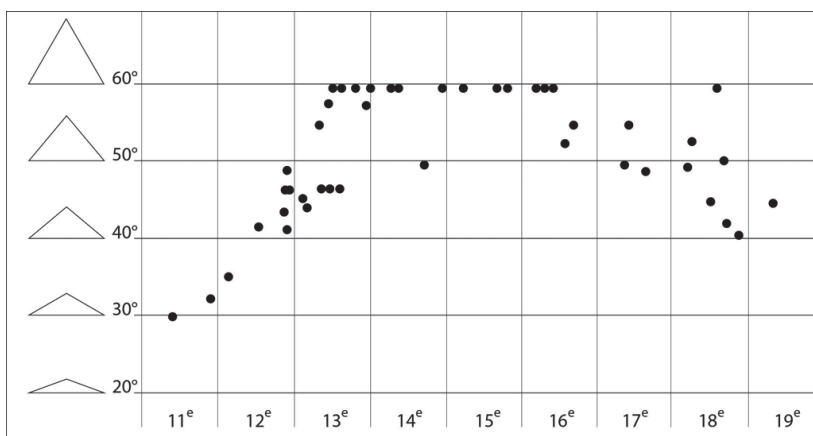
L'étude des matériaux de couverture est un autre apport essentiel pour comprendre les types de charpentes. Selon les régions, les époques et les types d'édifices, de nombreux systèmes de couverture existent en Europe : bardeaux de bois, chaume, pierres plates, ardoises, tuiles, plomb... La pente du toit peut varier considérablement et est aussi liée au type de matériau de couverture via son système de fixation. Les toits à pentes raides des constructions gothiques étaient couverts de matériaux cloués ou accrochés : tuiles à crochets ou chevillées, ardoise, plomb, lauzes. Les couvertures originelles sont rarement conservées telles quelles. On est toutefois surpris de trouver d'anciennes tuiles contemporaines de la charpente mélangées à des matériaux plus récents lors des réparations périodiques des couvertures. On l'a démontré pour des églises d'Île de France et de Bourgogne en comparant la datation par archéomagnétisme et thermoluminescence des tuiles et la dendrochronologie des charpentes<sup>23</sup>. La carte des toits de France dressée en 1937 (fig. 3) donne une idée de la variété des modes de couvertures dans la construction vernaculaire. Dans quelle mesure cette carte reflète-elle des traditions ancestrales? Doit-on y voir une relation avec le climat ou avec un type de charpente, un fonds historique ou culturel? Autant de délicates questions auxquelles il est difficile de répondre.

23. Aumard 2008.





**Fig. 3** – Carte des toits de France dessinée en 1937. Dessin de Gabriel Baron, d'après les documents de F. Soulez-Larivière (Ministère de la Culture, Médiathèque de l'architecture et du Patrimoine, diffusion RMN).



**Fig. 4** – Évolution de la pente du toit des églises et grands monuments du Nord d'après les datations dendrochronologiques (Hoffsummer 2002).

L'évolution des pentes de toitures de monuments est marquée, dans le Nord et le Nord-Ouest, par un relèvement du toit au début du XIII<sup>e</sup> siècle (fig. 4). Le phénomène est moins net au sud de la Loire, influencé par la tradition de la civilisation méditerranéenne, romaine en particulier. Les auteurs de traités aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles estiment que la *dignité de l'édifice* intervient pour une large part pour déterminer les proportions des toitures et leur inclinaison<sup>24</sup>. Néanmoins, ces ouvrages des Temps modernes, avec des références à l'Antiquité, donnent une image souvent tronquée de la réalité matérielle et de la tradition médiévale<sup>25</sup>.

24. Gilles 2011.

25. Touzé 2011.

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Dans le Nord, les charpentiers du début du deuxième millénaire disposaient de bois en quantité, essentiellement du chêne dans les régions de plaine et de moyenne altitude. Le sapin est préféré dans l'Est, à proximité de la Rhénanie, et dans les zones montagneuses. Les résineux offrent des fûts plus longs et rectilignes que le chêne, ce qui aura une conséquence sur le tracé des charpentes. Dans l'Ouest, le chêne est aussi largement représenté mais l'emploi du châtaignier, du peuplier ou de l'orme, bien que rare, a été observé comme complément à un manque de chêne<sup>26</sup>.

26. Epaud, Bernard 2009.

La situation change complètement dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle quand domine l'emploi de conifères et de peupliers<sup>27</sup>. Au XI<sup>e</sup> siècle, beaucoup d'assemblages dans les toitures sont à mi-bois ; le tenon-mortaise est peu utilisé. Les premiers exemples de marques d'assemblage sont assez rudimentaires : un mélange de symboles dont la juxtaposition est plus ou moins cohérente ou la numérotation en bâtons. Les traces d'outils montrent l'usage de la doloire pour l'équarrissage des bois de brin (fig. 5).

Les édifices les plus anciens encore debout avec leur toiture originelle sont des églises romanes. Au début du XI<sup>e</sup> siècle, les toits de ces monuments ne sont pas bien hauts, 4 m environ, soit trois fois moins que deux siècles plus tard. Les charpentes de ces toitures sont faites de couples rapprochés de chevrons formant des arbalétriers assemblés à l'entrait de chaque ferme (charpente à chevrons formant fermes ; *common-tiebeam roof* ; *Sparrendach*). Elles illustrent un mode de construction typique du nord de l'Europe principalement aux XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles, du nord de la Loire à la Suède et en Allemagne (fig. 6). Un autre modèle, méditerranéen, est illustré par l'antique système à fermes et pannes (fig. 7) où les chevrons sont indépendants, non couplés, dans une charpente dont les fermes espacées sont reliées par des pannes (*Pfettendach*) dans le sens longitudinal<sup>28</sup>.

De 1150 à 1220, les charpentes à fermes et pannes (*Pfettendach*) sur les monuments du Nord sont rares. La juxtaposition des couples de chevrons porteurs (*Sparrendach*) est la norme. Le dessin des fermes à chevrons-arbalétriers est très simple : des poteaux, droits ou obliques, croisent des faux-entrants. Une des variantes de ce modèle, durant la seconde moitié du XII<sup>e</sup> siècle est l'adaptation du comble à la présence des extrados des voûtes qui dépassent des murs gouttereaux (fig. 8). Dans beaucoup de cas, l'édifice n'est pas voûté et la charpente est soit apparente, soit fermée par un plafond ou un lambris.

Des perfectionnements apparaissent dans les années 1180-1210, peut-être liés à un redressement de la pente du toit autour de 45° et dans le contexte plus global de la création de l'*opus francigenum*, plus communément appelée « architecture gothique ». La division en travées de la charpente, avec une alternance de fermes principales à entrait et de fermes secondaires sans entrait est un fait majeur lié à ce mouvement (fig. 9 à 11). Les exemples les plus précoces se situent en Normandie, foyer de solutions nouvelles<sup>29</sup>. La période 1180-1220 est marquée par quelques exemples



**Fig. 5** – Abbaye de Floreffe (B.), toiture de la nef de l'abbatiale, traces de hache sur du chêne abattu en 1227-1237d. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.

de renforcement des fermes par des liens obliques : contrefiches, écharpes en forme de ciseaux (*scissor bracing*). La plupart des cas observés dans les monuments du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle appartient à un « système mixte » qui associe, selon les cas, des fermes principales à entrait, des chevrons-fermes secondaires et des liens longitudinaux<sup>30</sup>.

En 1220-1250, les pentes se redressent encore et atteignent 60° d'inclinaison. Le toit étant plus haut (souvent 10 à 12 m) et plus large (parfois 15 m), les charpentiers font face à de nouvelles difficultés techniques, liées aux efforts dynamiques qui parcourent la charpente et à la poussée du vent latéral. On perfectionne les assemblages, les pièces de la charpente sont plus spécialisées, on se soucie davantage du contreventement (fig. 15). Au XIII<sup>e</sup> siècle, le tenon-mortaise se généralise, avec des variantes plus ou moins sophistiquées. L'assemblage du pied du poinçon, ou des suspentes, avec l'entrait, est étudié en vue de la résistance à une importante force de traction : étriers en bois serrés par un système de clés à clavettes ou étriers en fer<sup>31</sup>. La numérotation des assemblages à l'aide des chiffres romains se généralise, de même que le principe de latéralisation (signe servant à distinguer les assemblages à gauche et à droite dans une ferme), voire de localisation (signe indiquant l'emplacement d'un bois dans un sous-ensemble particulier comme une croupe de toiture). Dans les édifices dépourvus de voûtes en maçonnerie, les charpentes françaises sont le plus souvent habillées par un lambris qui épouse le profil des pièces secondaires de la charpente (liens, aisseliers). Comme dans d'autres régions d'Europe, les parties apparentes de la charpente peuvent être sculptées ou peintes (fig. 10).

27. Hunot 2011.

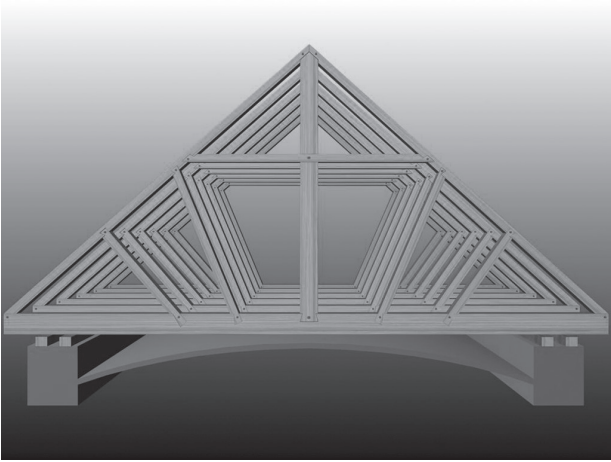
28. Courtenay, Alcock 2015 ; Lohrum 2004.

29. Epaud 2007.

30. Lohrum 2004.

31. Maggi 2014.





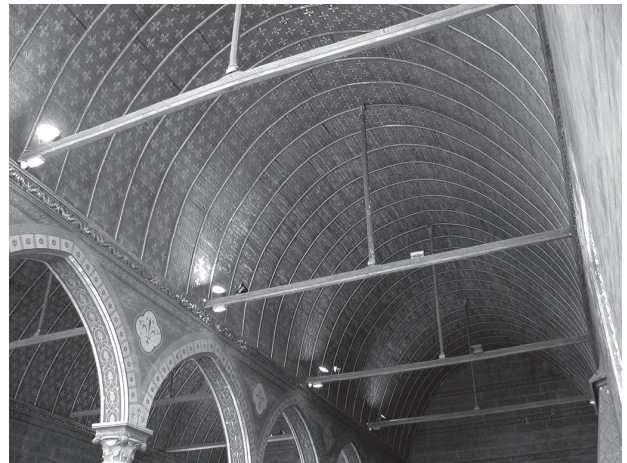
**Fig. 6** – Allouis (Cher), église Saint-Germain, nef, 1124-1125d infographie par Célia Dormal (ULG-CEA) d'après MAP/CRMH, D 16718, Bontemps, 2002, 15-17.



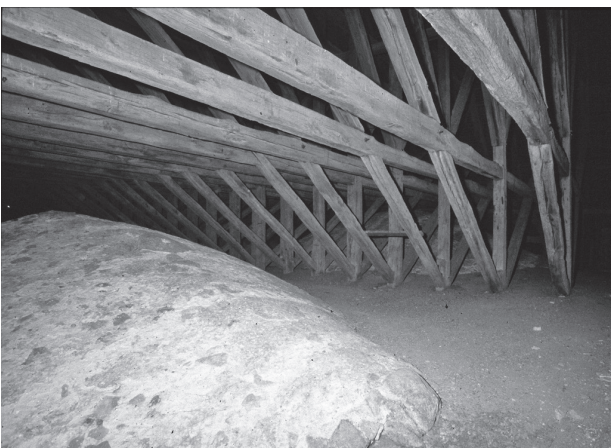
**Fig. 9** – Paris, ancien prieuré de Saint-Martin-des-Champs, toiture de l'ancien Réfectoire, début 1215-1220d (Hoffsummer, 2002). Photo : P. Hoffsummer.



**Fig. 7** – Église de Langeronde (Vendée), charpente du type « bordelais » à fermes et pannes. Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, Diffusion RMN.



**Fig. 10** – Blois (Loir-et-Cher), Château, salle des États Généraux, œuvre supposée de Thibaud VI, comte de Blois, mort en 1218 et de ce fait datée du début du XIII<sup>e</sup> siècle. Bontemps, 2002, 138-141. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.



**Fig. 8** – Étampes (Essonne), église Notre-Dame, charpente du bras sud du transept, 1177-1187d (Hoffsummer 2002). Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.



**Fig. 11** – Beauvais (Oise), cathédrale Saint-Pierre, charpente du chœur (1257-1258d avec modifications après 1573 et au XVIII<sup>e</sup> siècle). Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.





**Fig. 12** – Bruxelles, église N.-D. du Sablon, charpente du bras sud du transept (1451-1453d) construite selon le modèle des toitures brabançonnnes à portiques. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.

Au nord de la Loire, le nombre d'exemples augmentant considérablement à partir de 1220, il est possible de grouper les charpentes par types plus ou moins régionaux. Ils appartiennent tous à la grande famille de charpentes divisées en travées où les couples de chevrons-fermes alternent avec des fermes principales. Formant les côtés d'un triangle équilatéral, les longs arbalétriers monoxyles seraient typiques de l'Ile-de-France et de la Bourgogne, de même que le haut poinçon « à la française » (*King Post*) soulage l'entrait des fermes principales et reçoit les liens de contreventement. Ce système se retrouve dans le comté de Flandre, jadis français, tandis que dans le Brabant et la bordure occidentale de l'Empire germanique (principauté de Liège), on préfère souvent une construction des fermes principales à l'aide d'étages successifs de portiques en forme de trapèze (fig. 12). Ce système fait usage de bois plus courts pour les segments d'arbalétriers et, dans le Brabant, la très grosse section (40 x 50 cm) des entrails empêche ces derniers de fléchir, même en l'absence de poinçon. Il se satisfait de gros chênes noueux à croissance rapide typique des régions de plaine et des forêts dégradées et est



**Fig. 13** – Liège (B.), église Saint-Denis, toiture du chœur avec sa fermeture provisoise (1422-1423d). Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.

sans doute apparenté, sans le reproduire exactement, au *Liegendesthul* germanique. On le trouve également aux Pays-Bas<sup>32</sup>, à Liège et à Maastricht, avec une variante où un poinçon traverse le portique pour suspendre un entrait plus fin (fig. 13). Il offre des avantages au moment du levage, les portiques en trapèze des fermes principales, reliés par des pannes, servant d'échafaudage au moment de l'assemblage des chevrons-fermes secondaires. Dans le Bas-Rhin, l'utilisation des résineux favorise l'usage de bois longs au fil régulier. On y retrouve aussi les influences germaniques dans la construction des fermes à portiques, à poteaux (*stehenden Stuhls*) ou en forme de trapèze (*liegende Stuhls*).

Si on admet que les couvertures du Midi, en tuile romaine ou tuile canal, nécessitent une charpente à pente très douce, on serait tenté de suivre Viollet-le-Duc en identifiant en Aquitaine des structures à fermes et pannes de tradition méditerranéenne. Toutefois ces charpentes « bordelaises » (fig. 7), dont les fermes et pannes apparentes sont

32. Janse 1989.

sculptées, datent-elles aussi du XIII<sup>e</sup> siècle ? Les exemples connus sont mal datés car on manque d'analyses dendrochronologiques. On notera toutefois certains liens entre les charpentes du sud-ouest et les *open roofs* anglais. L'Aquitaine était anglaise du XII<sup>e</sup> au XV<sup>e</sup> siècle.

Le Sud-Est n'a pas encore été touché par le projet *Corpus tectorum*, mais les travaux de Philippe Bernardi, puis d'Émilien Bouticourt, lèvent un coin du voile en nous montrant des charpentes apparentes dont les pannes posent sur des arcs tantôt en pierre, tantôt en bois<sup>33</sup>.

Ainsi ébauchée, l'histoire des charpentes de toitures ne prend guère en compte la construction rurale et vernaculaire. Où d'ailleurs fixer la limite entre le monumental et le vernaculaire ? Les témoins du XIII<sup>e</sup> siècle sont plutôt rares. La grange cistercienne de Ter Doest, près de Bruges, est un rare exemple de grange médiévale du XIV<sup>e</sup> siècle (1370-1385d) – et non du XIII<sup>e</sup> – comme on l'a souvent prétendu<sup>34</sup>. On y trouve, dans cette plaine côtière flamande, la division classique de l'espace d'enferme en trois nefs grâce aux files de poteaux, mais aussi des trapèzes dans les fermes principales pour porter les pannes et, enfin, les classiques couples de chevrons-fermes secondaires. Certaines granges et halles de Normandie ou de Bretagne<sup>35</sup>, datées du XIII<sup>e</sup> siècle, sont, comme à Ter Doest, dans la lignée des *Ständerbau* du nord de l'Europe<sup>36</sup>, les portiques en trapèze en moins. Le fait de lier des fermes principales par des pannes est une solution rationnelle à la fois pour porter la couverture et donner de la résistance aux chevrons. Cela peut être aussi une source d'économie en bois d'œuvre si on diminue la section des chevrons portés. On peut donc penser que les deux grands systèmes constructifs – chevrons formant fermes d'une part, fermes et pannes d'autre part – ont coexisté depuis très longtemps. De temps à autre, la dendrochronologie permet d'ailleurs de constater que des charpentes médiévales du Nord ou du Nord-Est, privilégient les systèmes à fermes et pannes, comme en Bourgogne, au-dessus de l'église-halle voûtée de Vermenton, une église dont la charpente du chœur (fig. 14) avait déjà éveillé l'attention de Friedrich Ostendorf<sup>37</sup>.

De 1300 à 1480, on ne note pas de changements fondamentaux dans les techniques inventées au XIII<sup>e</sup> siècle. Rare avant 1300, la panne faîtière devient banale dès 1420 et il n'existe plus de charpente qui ne soit correctement contreventée. Le contreventement axial prend même parfois une importance démesurée (fig. 15) en multipliant les étages de



Fig. 14 – Vermenton (Yonne), église Notre-Dame, charpente du chœur (1300-1314d) construit en édifice halle à trois nefs. Hoffsummer, Lambert, Weitz 2012. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.

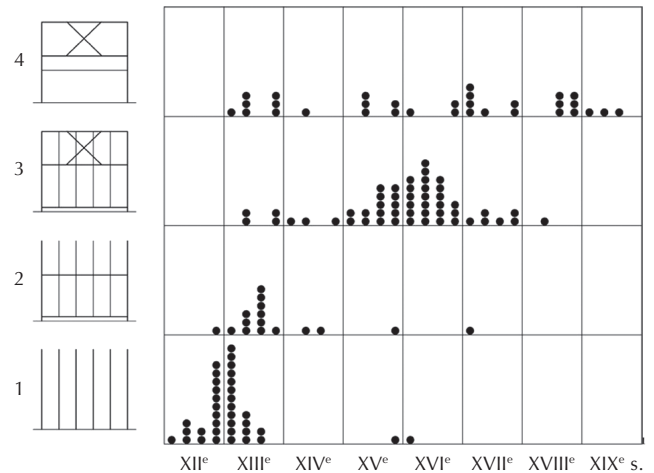


Fig. 15 – Évolution générale du système de contreventement dans le Grand-Ouest (Hoffsummer 2011, 332).

sous-faîtières et de crois-de-Saint-André. Un des faits les plus remarquables que fait ressortir la typo-chronologie est l'émergence d'un ensemble de familles de charpentes très homogènes, bien calé dans le temps sur une longue période de 1310 à 1680. Ce groupe de charpentes à structures tramées de l'Ouest se caractérise par la présence d'un poinçon de fond dans les fermes principales, associé à des liens de contreventement raidis par des crois-de-Saint-André. Il illustre parfaitement les spécificités de la charpenterie française de la fin du Moyen Âge et de l'Époque moderne (fig. 16), le modèle retenu par Le Muet dans son traité<sup>38</sup>.

De 1480 à 1700, le fait majeur est la diminution des ressources forestières avec pour conséquence l'abandon progressif des chevrons-fermes et le recours au bois de sciage

33. Bouticourt 2016.

34. Nuytten 2008.

35. Epaud 2007 ; Epaud 2011.

36. Zimmermann 1998

37. Ostendorf 1908 ; Hoffsummer, Lambert, Weitz 2012

38. Le Muet 1681 ; Gilles 2011.





**Fig. 16** – Exemple du type «1.3.1.6.1» (Hoffsummer 2011, 115-120). Charpente à chevrons formant fermes contreventée par une ou plusieurs sous-faîtières et une panne faîtière, alternance de fermes à entrait et de fermes à entrait retroussé, poinçon, jambettes et aisseliers, à un seul étage de faux-entrait : Sargé-sur-Braye (Loir-et-Cher), château des Radrets, grange. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.



**Fig. 17** – Cour-Cheverny (Loir-et-Cher), château de Cheverny, aile entre l'escalier central et le pavillon est, 1627-1628d. Traces de la scie à cadre. Photo : P. Hoffsummer ULG-CEA.



**Fig. 18** – Ravenel (Oise), dôme du clocher de l'église de la Nativité Notre-Dame. Charpente à la Philibert De L'Orme soutenue par une charpente en chêne de plus gros équarrissage, le tout daté en dendrochronologie de 1600-1622 (Hoffsummer, Delye 2015). Photo : P. Hoffsummer.

(fig. 17) qui permet une exploitation plus économique des grumes. Le phénomène est très clair dans la région liégeoise à partir des années 1530 environ. En Île-de-France, à Versailles par exemple, de grands monuments adoptent encore les chevrons-fermes mais il s'agit de cas isolés et prestigieux. Les traités des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle font allusion à ces changements. Savot décrit les charpentes à chevrons formant fermes qu'il qualifie de «*plus belles, & plus nobles (...), y en ayant autant [de fermes] que de chevrons, (...)*» et Briseux fait grand cas de la pénurie de bois en regrettant leur abandon : «*On voit d'anciens combles, où chaque chevron porte ferme ; & on ne sait pourquoi on en a perdu l'usage, puisque leur durée ne laisse pas douter de leur solidité, qui d'ailleurs peut être démontrée*»<sup>39</sup>. Le problème du bois d'œuvre était

préoccupant au point que Philibert de l'Orme inventa, en 1561, un procédé révolutionnaire : des arcs de bois composés de courtes planches assemblées par des clavettes<sup>40</sup> (fig. 18). Cette invention, particulièrement indiquée dans la construction de toitures «à l'impériale», eut peu de retentissement à l'époque. L'idée ne sera pleinement exploitée qu'à partir du XIX<sup>e</sup> siècle et conduira aux actuelles charpentes en lamellé-collé. La charpenterie traditionnelle perdue et s'adapte à la mauvaise qualité des bois et aux formes nouvelles des toitures. La construction des toits à la Mansard répond au besoin d'aménager le comble en un volume habitable mais fait aussi usage de bois courts. Elle fera école dans toutes les régions d'Europe<sup>41</sup>.

39. Savot 1624; Briseux 1743; Gilles 2011.

40. De l'Orme 1561.

41. Zalewski 2009.



## PERSPECTIVES

### La région de Bruxelles

Dans le cadre d'une action relevant à la fois de l'archéologie préventive et de la recherche programmée, la méthodologie du *Corpus tectorum* est désormais appliquée dans la région bruxelloise<sup>42</sup>. L'initiative et le financement reviennent à la Direction des Monuments et sites de la Région Bruxelles Capitale (coordination Sylvianne Modrie) qui s'adjoit les contributions d'archéologues du CReAPatrimoine, de l'Université libre de Bruxelles<sup>43</sup>, de dendrochronologues du Centre européen d'archéométrie de l'Université de Liège et de l'Institut royal du patrimoine artistique (IRPA). Comparé au Nord ou au Grand Ouest, le territoire est très réduit et le nombre d'exemples élevé puisque le *corpus* comprendra, d'ici fin 2016, environ 120 exemples de toitures à deux versants, la plupart ayant fait l'objet d'analyses dendrochronologiques. Cette concentration d'exemples offre de nouvelles perspectives pour observer dans le détail, et à une échelle statistique enviable, le travail des charpentiers brabançons. Le bombardement de Bruxelles par les Français en 1695<sup>44</sup> nous prive d'importants témoins médiévaux mais des comparaisons dans les environs de la capitale pourront compenser ces lacunes. En travaillant sur une aire restreinte, on a la possibilité, sans trop se déplacer, de pousser l'analyse du travail du bois grâce aux relevés précis, aux études tracéologiques, à celles du marquage. Cette enquête systématique offre aussi l'avantage de toucher toutes les couches sociales des commanditaires, bâtisseurs de maisons modestes ou de grandes églises<sup>45</sup>.

La dendrochronologie du chêne dans les plaines du nord de la Belgique n'est pourtant pas simple. Confrontés à l'analyse de chênes à croissance rapide, les dendrochronologues travaillant à Bruxelles obtenaient rarement de bons résultats sur des échantillonnages réduits<sup>46</sup>. Le projet en cours est l'occasion d'être bien plus performant même s'il subsiste des arbres irréductibles. La recette est facile à comprendre : plus vous multipliez les échantillons et les chronologies de site, plus vous donnez à *Dendron IV* l'occasion d'être performant. En augmentant les campagnes sur le bâti bruxellois, une autre constatation est apparue : faute de chêne, d'autres essences sont utilisées, en particulier dans l'architecture modeste de la fin du Moyen Âge ou des Temps modernes : échantillons d'orme, peuplier, pin sylvestre, épicéa ou

frêne arrivent désormais au laboratoire, au moins pour être identifiés, datés dans le cas de certains résineux. En cas de difficulté, C14 et dendrochronologie sont combinés.

### Le nord-est de la France

Au vu des expériences positives à propos des charpentes du Nord et du Grand Ouest, la Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine du Ministère de la Culture (MAP) souhaite poursuivre le *Corpus tectorum* sur l'ensemble de l'Hexagone. C'était la volonté du regretté Jean-Daniel Pariset à la fin de son mandat de directeur. Choisir la nouvelle aire d'étude, tout en tenant compte des nouvelles limites données aux régions administratives n'était pas une décision facile. C'est finalement le Grand-Est qui est a été retenu (Alsace Champagne-Ardenne, Lorraine et Bourgogne-Franche-Comté). Ce choix induit un recouvrement partiel du Nord déjà publié mais il y a suffisamment de données nouvelles pour le justifier. Outre le personnel de la MAP, le projet s'appuie sur la collaboration de personnes extérieures issues notamment des Conservations régionales et des agences des Architectes en chef des Monuments historiques. Par ailleurs, Sophie Blain, attachée au CEA de l'ULg, est intervenue dans un mandat du FNRS belge obtenu pour la période 2013 à 2016, et le Centre d'Études Médiévales d'Auxerre (CEM, CNRS), en la personne de Sylvain Aumard, assure un suivi approfondi de certaines restaurations de couvertures. Des résultats intéressants sur l'analyse des couvertures en tuiles ont été produits<sup>47</sup>.

### Le sud-est de la France

Un *Corpus tectorum* du Sud-Est et des bords de la Méditerranée ainsi que du centre de la France (Centre, Limousin, Auvergne), pourrait être traité plus tard, selon les moyens humains et financiers disponibles. Comme à propos du Nord, où des exemples de Belgique ont été associés, l'ouest de la Suisse, une partie de l'Allemagne, de l'Italie ou de l'Espagne peuvent fournir des éléments de comparaisons intéressants en ancrant l'analyse française dans un contexte européen. Les régions méditerranéennes ou en contact avec les Alpes du sud montrent un potentiel riche et prometteur. Dans la foulée des travaux récents<sup>48</sup>, et en prônant la mutualisation de moyens issus des universités, du CNRS et de la conservation du patrimoine, on pourrait donner un avenir et du sens à un inventaire raisonné systématique des charpentes. La voie tracée au Centre Camille Julian et à l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale, sous la direction de

42. Hoffsummer, Modrie, Weitz 2013.

43. Heymans, Sosnowska 2011 ; Sosnowska 2013.

44. Culot *et al.* 1992.

45. Weitz *et al.* 2015.

46. Eeckhout 2005 ; Weitz 2012.

47. Blain 2015 ; Aumard 2015.

48. Bernardi 2007 ; Bouticourt 2016 ; Phalip 2004.

Jean-Louis Edouard et Frédéric Guibal, l'ouverture vers l'étude du patrimoine rural et montagnard, tant forestier<sup>49</sup> qu'architectural<sup>50</sup>, mais en relation étroite avec les ressources forestières<sup>51</sup>, appellent inmanquablement des prolongements dans le domaine de l'archéologie du bâti. Aix-en-Provence représente un potentiel urbain et monumental quasi inexploré du point de vue de l'histoire de la construction. Espérons que l'initiative bruxelloise suscite d'autres entreprises. C'est le message de cette note.

## Bibliographie

- Aumard 2008** : S. Aumard, Pour une archéologie des couvertures : une problématique en renouvellement, *in* : P. Hoffsummer, J. Eeckhout, *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Institut du patrimoine wallon, Les dossiers de l'IPW, 6, Namur, 2008, 165-186.
- Aumard 2015** : S. Aumard, *Charpentes remarquables de Bourgogne, rapport d'étude commandité par la Conservation régionale des Monuments historiques (DRAC Bourgogne)*, Centre d'études médiévales Saint-Germain, Auxerre, 2015, 58 p.
- Bernard, Epaud, Le Digol 2007** : P. Bernardi, F. Epaud, Y. Le Digol, Le bois : de la forêt au chantier, *in* : F. Epaud, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie. Évolution des techniques et structures de la charpenterie aux XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles*, Publications du CRAHM, Caen, 2007, 9-46.
- Bernardi 2007** : P. Bernardi (dir.), *Forêts alpines et charpentes méditerranéennes*, Éditions du Fournel, 2007, 255 p.
- Blain 2015** : S. Blain, P. Hoffsummer, S. Aumard, B. Togni, Typologie des charpentes de toiture en Bourgogne médiévale, *Archaeologia Mediaevalis*, 38, 2015, 54-56.
- Blain, Maggi, Hoffsummer 2015** : S. Blain, C. Maggi, P. Hoffsummer, Les charpentes de la collégiale Saint-Denis à Liège (Belgique) : apports de l'archéométrie et de l'archéologie du bâti à l'histoire du site (XI<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle), *Archéologie médiévale*, 45, 2015, 85-116.
- Bláha, Janák, Růžička 2008** : J. Blaha, K. Janak, P. Ruzicka, Les traces du travail du bois, *in* : P. Hoffsummer, J. Eeckhout, *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Institut du patrimoine wallon, Namur, Les dossiers de l'IPW, 6, 2008, 119-140.
- Bontemps 2002** : D. Bontemps, Charpentes de la région Centre du XII<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle, Albums du centre de recherches sur les monuments historiques, Éditions du Patrimoine, Paris, 2002, 203 p.
- Bouticourt 2016** : E. Bouticourt, *Charpentes méridionales, construire autrement : le Midi rhodanien à la fin du Moyen Âge*, Éditions Honoré Clair, Arles, 2016, 343 p.
- Briseux 1743** : C.-E. Briseux, *L'art de bâtir des maisons de campagne où l'on traite de leur distribution, de leur construction & de leur décoration*, Paris, Prault Père, 2 t., 1743, 162 p. et 195 p.
- Courtenay, Alcock 2015** : L. Courtenay, N. Alcock, Romanesque roofs: the nave of Jumièges abbey and the common-tiebeam tradition in northern Europe, *Medieval Archaeology*, 59, 1, 2015, 22-167.
- CRMH 1982** : Centre de recherche sur les monuments historiques, *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XII<sup>e</sup> siècle*, vol.1, Paris, Ministère de la Culture, Direction du Patrimoine, 1982, 375 p.
- Culot et al. 1992** : M. Culot, E. Hennaut, M. Demanet, C. Mierop, *Le bombardement de Bruxelles par Louis XIV et la reconstruction qui s'en suivit 1695-1700*, Éditions Archives d'architecture moderne, Bruxelles, 1992, 294 p.
- De l'Orme 1561** : P. De l'Orme, *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fraiz*, Paris, 1561, 55 p.
- Deneux 1927** : H. Deneux, L'évolution des charpentes du XI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, *L'architecte*, Paris, 1927, 49-53, 57-60, 65-68, 73-75, 81-89.
- Eeckhout 2005** : J. Eeckhout, Dendrochronologie et typologie de charpente à Bruxelles et problématique des chronologies de référence, *Archaeologia Mediaevalis*, 28, 2005, 154.
- Edouard 2007** : J.-L. Edouard, Les très vieux arbres vivants et les arbres morts, témoins et vestiges des forêts du passé dans les Alpes du Sud : lecture dendrochronologique d'un patrimoine naturel et humain, *in* : P. Bernardi (dir.), *Forêts alpines et charpentes méditerranéennes*, Éditions du Fournel, 2007, 9-16.
- Edouard 2010a** : J.-L. Edouard, Longue chronologie de cernes du mélèze et occupation humaine depuis plus de mille ans dans la vallée de la Clarée (Briançonnais, Alpes françaises), *in* : S. Tzortzis, X. Delestre (dir.), *Archéologie de la montagne européenne, Actes de la table ronde internationale de Gap, 29 septembre- 1<sup>er</sup> octobre 2008*, Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine, 4, Errance, 2010, 325-333.
- Edouard 2010b** : J.-L. Edouard, Datation dendrochronologique du bâti traditionnel et occupation humaine dans les Alpes françaises du sud au cours du dernier millénaire, *in* : L. Astrade, C. Miramont (dir.), *Actes du colloque Panorama de la dendrochronologie en France, 8,9 et 10 octobre 2009, Digne-les-Bains, Alpes-de-Haute-Provence*, collection Edytem, 11, 2010, 169-176.
- Epaud 2007** : F. Epaud, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie. Évolution des techniques et structures de la charpenterie aux XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles*, Publications du CRAHM, Caen, 2007, 613 p.
- Epaud 2011** : F. Epaud, La grange de la commanderie Sainte-Vaubourg du Val-de-la-Haye (Seine-Maritime), *in* : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le Grand Ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 261-268.
- Epaud, Bernard 2009** : F. Epaud, V. Bernard, L'évolution des charpentes d'églises du Val-d'Oise, du XI<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, *Revue archéologique du Centre de la France*, 47, 2009, mis en ligne le 18 mai 2009. URL: <http://racf.revues.org/index1205.html>. Consulté le 14 mai 2010.
- Girardclos, Hoffsummer, Perrault, 2011** : O. Girardclos, P. Hoffsummer, C. Perrault, Les charpentes de la cathédrale Saint-Pierre à Poitiers, *in* : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le Grand Ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 307-318.

49. Edouard 2007, 2010a et b.

50. Labbas 2016.

51. Shindo 2016.

- EiBing 2009** : T. EiBing, *Kirchendächer in Thüringen und dem südlichen Sachsen-Anhalt, Dendrochronologie, Flößerei, Konstruktion*, coll. Arbeitsheft des Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege, Neue Folge, 32, éd. E. Reinhold Verlag, Erfurt, 2009.
- Fraiture 2011** : P. Fraiture (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology, Proceedings of a conference 10-12 february 2010*, Institut royal du patrimoine artistique, Bruxelles, Scientia Artis 7, 2011, 340 p.
- Génicot L.-F. 1977** : L.-F. Genicot, Charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle en Wallonie (2), *Bulletin de la Commission royale des monuments et des sites*, t.6, 1977, 139-162.
- Gilles 2011** : I. Gilles, L'évolution du comble à la lecture des traités d'architecture français du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le Grand Ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 29-39.
- Heymans, Sosnowska 2011** : V. Heymans, P. Sosnowska, On Brussels carpentry (15th-18th centuries). Contributions of dendrochronology to the study of buildings, in : P. Fraiture (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology, Proceedings of an international Conference*, Bruxelles, coll. Scientia Artis 7, 2011, 255-269.
- Hoffsummer 1995** : P. Hoffsummer, *Les charpentes de toiture en Wallonie*, Division du Patrimoine, Ministère de la Région Wallonne, Namur, Études et Documents, Monuments et sites, 1, 1995, 173 p.
- Hoffsummer 2002a** : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle : typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Paris, Monum, Centre des monuments nationaux, Cahiers du patrimoine, 62, 2002, 376 p.
- Hoffsummer 2002b** : P. Hoffsummer, Typologie de la charpente, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle : typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Paris, Monum, Centre des monuments nationaux, Cahiers du patrimoine, 62, 2002, 163-257.
- Hoffsummer 2002c** : P. Hoffsummer, Les faits saillants d'une évolution, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle : typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Paris, Monum, Centre des monuments nationaux, Cahiers du patrimoine, 62, 2002, 259-277.
- Hoffsummer 2003** : P. Hoffsummer, La dendrochronologie de l'architecture, in : R. Noël, J.-P. Sosson, I. Paquay (dir.), *Au-delà de l'écrit, les hommes et leurs vécus matériels au Moyen Âge à la lumière des sciences et des techniques, nouvelles perspectives*, Université catholique de Louvain, Actes du colloque international de Marche-en-Famenne, 16-20 octobre 2002, Brepols, Typologie des sources du Moyen Âge occidental, 2003, 295-337.
- Hoffsummer 2009a** : P. Hoffsummer (dir.), *Roofs Frames from the 11th to 19th Century, Typology and Development in Northern France and in Belgium, Analysis of CRMH Documentation*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 3, 2009, 376 p.
- Hoffsummer 2009b** : P. Hoffsummer, *Charpentes d'Europe*, Institut du patrimoine wallon, Namur, Carnets du Patrimoine, 62, 2009, 72 p.
- Hoffsummer 2011** : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le Grand Ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 385 p.
- Hoffsummer, Delye 2015** : P. Hoffsummer, E. Delye, *Ravenel (Oise), toiture du clocher de l'église de la Nativité Notre-Dame, archéologie de la charpente et analyse dendrochronologique*, rapport inédit, Université de Liège, ULG-CEA, 2015, 30 p.
- Hoffsummer, Eeckhout 2008** : P. Hoffsummer, J. Eeckhout, *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Institut du patrimoine wallon, Namur, Les dossiers de l'IPW, 6, 2008, 256 p.
- Hoffsummer, Lambert, Weitz 2012** : P. Hoffsummer, G.-N. Lambert, A. Weitz, *L'église Notre-Dame de Vermenton, rapport d'analyse dendrochronologique* (inédit), Archives du Laboratoire de dendrochronologie de l'Université de Liège (réf. ULG-CEA-773), Liège, 2012, 21 p.
- Hoffsummer, Modrie, Weitz 2013** : P. Hoffsummer, S. Modrie, A. Weitz, Les charpentes de toiture en région bruxelloise : datation et étude typologique, *Archaeologia Mediaevalis*, Bruxelles, n° 36, 2013, 153-156.
- Hoffsummer, Van Ruymbeke, Touzé 2011** : P. Hoffsummer, M. Van Ruymbeke, R. Touzé, Typologie de la charpente, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le Grand Ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 85-176.
- Hollstein 1980** : E. Hollstein, *Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer dendrochronologische Forschungen zur Archäologie und Kunstgeschichte*, Mainz am Rhein, Ph. Von Zabern, Rheinisches Landesmuseum, Trèves, Trier Grabunden und Forschungen, 11, 1980, 273 p.
- Hunot 2001** : J.-Y. Hunot, *L'évolution de la charpente de comble en Anjou, du XII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Patrimoine d'Anjou : études et travaux 1, Conseil général de Maine-et-Loire, Angers, 2001.
- Hunot 2011a** : J.-Y. Hunot, De la forêt à la charpente : le savoir-faire du charpentier en Anjou, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le grand ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 41-48.
- Hunot 2011b** : J.-Y. Hunot, L'hôpital Saint-Jean d'Angers, in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le grand ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 279-294.
- Hunot 2011c** : J.-Y. Hunot, Les charpentes de l'église abbatiale Sainte-Marie de Fontevraud., in : P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le grand ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 295-306.
- Janse 1989** : H. Anse, *Houten kappen in Nederland, 1000-1940*, Amsterdam, Delfste universitaire pers, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Bouwtechniek in Nederland, 2, 1989, 413 p.
- Jansma et al. 2012** : E. Jansma, R.-J. Van Lanen, P.-W. Brewer, R. Kramer, The DCCD : a digital data infrastructure for tree-ring research. *Dendrochronologia* 30, 4, 2012, 249-251.
- Lambert 2002** : G.-N. Lambert, Datation dendrochronologique des charpentes. Crédibilité et précision, in : *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle : typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Paris, Monum, Centre des monuments nationaux, Cahiers du patrimoine, 62, 2002, 85-97.



- Labbas 2016:** V. Labbas, Archéologie et dendrochronologie du bâti subalpin dans le massif du Mercantour durant le deuxième millénaire de notre ère, thèse de doctorat inédite, Aix Marseille Université, 2016, 4 Vol, 529 p., 148 pl., 424 p. et 383 p.
- Lambert 2006:** G.-N. Lambert, *Dendrochronologie, Histoire et Archéologie, modélisation du temps. Le logiciel Dendron II et le projet Historic Oaks*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Franche-Comté, Besançon, 2006, 2 vol., 152 p et 206 p.
- Lambert 2011a:** G.-N. Lambert, Datation précise par la dendrochronologie, nouveau cadre méthodologique, in: P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le grand ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 3-18.
- Lambert 2011b:** G.-N. Lambert, Dendrochronology, archaeology and science, in: P. Fraiture (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology, Proceedings of a conference 10-12 february 2010*, coll. Scientia Artis 7, Royal Institute for Cultural Heritage, Brussels, 2011, 19-30.
- Le Muet 1681:** P. Le Muet [1623], *Manière de bien bastir pour toutes sortes de personnes, contenant les moyens d'élever des bastiments de toutes grandeurs, d'y faire tous les ornemens, commoditez & detachemens qui s'y peuvent souhaiter. Ensemble des dessins pour bastir regulierement sur toute sorte de place*, éd. rev. et augm. F. Jollain, 1681.
- Le Port 1977:** M. Le Port, Évolution historique de la charpente en France, in: *La charpente et la construction en bois*, tome I, *L'humanisme du charpentier*, Paris, Librairie du Compagnonnage, Encyclopédie des métiers, 1977, 379-611.
- Lohrum 2004:** B. Lohrum, Vom Pfettendach zum Sparrendach; bemerkungen zur konstruktiven entwicklung des süddeutschen dachwerkes ab dem frühen 12 jahrhundert. In: *Alles unter einem Dach, Häuser, Menschen, Dinge*, Festschrift für Konrad Bedal, Peterberg, Michael Imhof verlag, 2004, 255-284.
- Maggi 2014:** C. Maggi, *Fer et bois dans les combles médiévaux et modernes du sud de la Belgique, contribution à l'histoire de la construction en Europe occidentale*, Thèse de doctorat inédite, Université de Liège, 2014, vol. 1, 300 p., vol. 2, 319 p.
- Nuytten 2008:** D. Nuytten, Bois et briques: l'apport de l'archéologie, l'archéométrie et l'architecture dans l'analyse de l'ancienne grange cistercienne de Ter Doest, in: P. Hoffsummer, J. Eeckhout, *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Institut du patrimoine wallon, Namur, Les dossiers de l'IPW, 6, 2008, 29-40.
- Ostendorf 1908:** F. Ostendorf, *Die Geschichte des Dachwerks*, Leipzig, B.G. Teubner, 1908, 269 p.
- Patte 1769:** P. Patte, *Mémoires sur les objets les plus importants de l'architecture*, Paris, Rozet, 1769.
- Phalip 2004:** B. Phalip, *Charpentiers et couvreurs: l'Auvergne médiévale et ses marges*, Association lyonnaise pour la promotion de l'archéologie en Rhône-Alpes, Lyon, 2004, 148 p. (Documents d'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, n°26).
- Savot 1624:** L. Savot, 1624, *L'architecture française des bastimens particuliers*, Paris, Sébastien Cramoisy, 1624, 434 p.
- Shindo 2016:** L. Shindo, *Bois de construction et ressources forestières dans les Alpes du sud au II<sup>e</sup> millénaire: dendrochrono-écologie et archéologie*, thèse de doctorat inédite, Aix Marseille Université, 2016, 935 p. (<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01325760>)
- Sosnowska 2013:** P. Sosnowska, *De brique et de bois, Contribution à l'histoire de l'architecture à Bruxelles. Étude archéologique, technique et historique des matériaux de construction (XIII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle)*, thèse de doctorat inédite, Université libre de Bruxelles, Bruxelles, 2013, vol. 1, 166 p., vol. 2, 327 p., vol. 3, 300 fig.
- Touzé 2011:** R. Touze, *Le bois dans les traités d'architecture du XV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle: entre l'antique et le moderne*, in: P. Hoffsummer (dir.), *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, typologie et évolution dans le grand ouest de la France*, Turnhout, Brepols, Architectura MediiAevi, 5, 2011, 21-27.
- Viollet-le-Duc 1854-1875:** E. Viollet-Le-Duc, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle*, 10 vol., Paris, 1854-1875.
- Webb 1983:** G.-E. Webb, *Tree-rings and Telescopes, the Scientific Career of A.E. Douglass*, Tucson, The University of Arizona Press, 1983.
- Weitz 2012:** A. Weitz, *La provenance du bois d'œuvre en Région Bruxelles-Capitale: première approche de la question à travers l'étude et la révision des données du laboratoire de dendrochronologie de l'Ulg/CEA*, (2 vol.), mémoire de Master, Université de Liège, 2012.
- Weitz et al. 2015:** A. Weitz, P. Charruadas, S. Crémer, P. Fraiture, P. Gerrienne, P. Hoffsummer, P. Sosnowska, S. Modrie, Réalisation d'un inventaire typologique et dendrochronologique des charpentes anciennes en région Bruxelles-Capitale, *Archaeologia mediaevalis* 37, 2015, 123-125.
- Zalewski 2009:** P. Zalewski (dir.), *Dachkonstruktionen der Barockzeit, Studien zur internationalen Architektur und Kunstgeschichte*, 66, Petersberg, Michael Imhof Verlag, 2009.
- Zimmermann 1998:** W. H. Zimmermann, Pfosten, Ständer und Schwelle und der Übergang vom Pfosten – zum Ständerbau – Eine Studie zu innovation und Beharrung im Hausbau. Zu Konstruktion und Haltbarkeit prähistorischer bis neuzeitlicher Holzbauten von den Nord – und Ostseeländern bis zu den Alpen, in *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet*, 25, Isensee Verlag, Oldenburg, 1998, 9-242.