



HAL
open science

Les charpentes à entrain retroussé moisé: exemples orléanais des XVe et XVIe siècles

Clément Alix, Julien Noblet

► **To cite this version:**

Clément Alix, Julien Noblet. Les charpentes à entrain retroussé moisé: exemples orléanais des XVe et XVIe siècles. *Revue Archéologique du Centre de la France*, 2009, 48, pp.189-220. hal-01006219

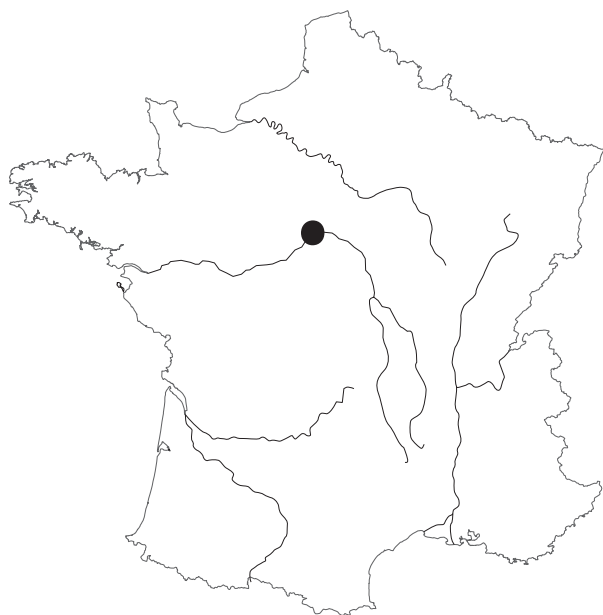
HAL Id: hal-01006219

<https://hal.science/hal-01006219>

Submitted on 8 Jan 2017

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.



Clément ALIX* et Julien NOBLET**

Les charpentes à entrain retroussé moisé : exemples orléanais des XV^e et XVI^e siècles

BRACED COLLAR-BEAM ROOFS: EXAMPLES FROM 15TH AND 16TH CENTURY ORLEANS

Mots-clés : Charpente, étude de bâti, habitat urbain, Moyen Âge, Renaissance.

Keywords : *Roof structure, building archaeology, urban residence, Middle Ages, Renaissance.*

Résumé : La ville d'Orléans possède un ensemble important et inédit de charpentes à pannes des XV^e et XVI^e s. présentant la particularité de posséder un entrain retroussé moisé. Attesté dès le premier quart du XV^e s., ce procédé innovant, constitué de deux pièces jumelées venant enserrer les principaux éléments de la ferme, va largement se diffuser dans les édifices religieux mais surtout dans l'habitat domestique, de la maison polyvalente en pan-de-bois au riche hôtel particulier. Ce mode de construction, démontrant une parfaite maîtrise de la statique de la charpente dès sa conception en vue de renforcer la triangulation de la ferme, s'impose donc rapidement dans un contexte architectural local marqué par la rareté de l'emploi de structures à chevrons-formant-fermes. Ainsi, on le retrouve également dans les charpentes à enrayure (tourelle d'escalier, toiture en pavillon, abside). L'utilisation généralisée de la moise à Orléans, et de manière plus ponctuelle en val de Loire et dans certaines régions de France, amène aussi à s'interroger sur l'origine de ce procédé connu sous d'autres formes dans des charpentes dès les XII^e-XIII^e s.

Abstract : *The town of Orleans possesses an important and unpublished collection of timber-framed roof structures of the 15th and 16th centuries, with a braced collar-beam. Known since the first quarter of the 15th century, this innovative process, involving two twinned pieces clasping the main elements of the frame, became widely spread in religious buildings but particularly in domestic housing, from the multipurpose timber-framed home to the elaborate town house. This method of construction, demonstrating a perfect mastery of the statics of a roof structure from its design with a view to reinforcing the triangulation of the truss, rapidly established itself in a local architectural context marked by the rare use of "chevrons-formant-fermes" (common rafters forming a bent). It is also found in roof structures such as turret staircases, pavilion roofs, and apses. The widespread use of the brace in Orleans, and in a more limited manner in the Val de Loire and in certain regions of France, leads us to question the origins of this process, which is known in other forms of roof structures in the 12th-13th centuries.*

* Centre d'Études Supérieures de la Renaissance, Tours ; Service archéologique municipal d'Orléans.

** Université de Paris IV-Sorbonne ; Centre André Chastel. Nous exprimons nos remerciements à J.-Y. Hunot, F. Épaud, C. Perrault, D. Bontemps.

1. LES CHARPENTES DU XV^E SIÈCLE

- 1.1. La charpente de la salle des Thèses ou " Librairie " de l'université d'Orléans (2 rue Pothier)
- 1.2. La maison de Louis XI (10 Cloître Saint-Aignan)
- 1.3. La maison 7 rue Saint-Éloi

2. LE CORPUS ORLÉANAIS DU XVI^E SIÈCLE, TÉMOIN DE LA DIFFUSION DU SYSTÈME DANS LES HABITATIONS

Dans le cadre d'une étude portant sur l'habitat orléanais des XIII^e au XVI^e s., plus d'une centaine de combles d'édifices (maisons ou hôtels particuliers, bâtiments à usage universitaire ou religieux) ont été visités¹. Est alors apparue la singularité d'un type de charpente à pannes présentant un (ou deux) entrain(s) retroussé(s) moisé par ferme. Ce *corpus*, d'une vingtaine d'édifices, a fait l'objet d'études approfondies : relevés, analyse des modes de montage, des traitements esthétiques, des marques de charpentier et traces d'outil². Les charpentes de bâtiments détruits mais connus par l'iconographie ont également été prises en compte (Tableau en annexe). Par ailleurs,

sept édifices, concernés par le programme de ravalement des façades mis en place par la ville d'Orléans³, sont datés par dendrochronologie⁴.

L'utilisation de l'entrain retroussé moisé⁵, dont l'emploi se généralise aux époques modernes et contemporaines, apparaît précocement en Orléanais. Les trois exemples connus du XV^e s., objets de la première partie de cette étude, témoignent d'une maîtrise technique et d'une volonté d'innovation. Ce procédé, dénommé dans deux textes du deuxième quart du XVI^e s. "aumoises" ou "ammoises"⁶, se diffuse alors rapidement (Fig. 1). Ce succès, dont attestent les bâtiments de tailles et fonctions diverses, amène à décrire dans une seconde partie ce système pour mieux en cerner la typologie, en saisir les améliorations et s'interroger sur ses avantages puis d'en rechercher les équivalents dans une aire géographique plus large.

1. C. Alix, doctorat en cours sous la direction d'A. Salamagne.
2. Travail sur le terrain mené au cours de l'année 2008.

3. Restaurations menées sous la direction du Médiateur du Patrimoine de la ville en collaboration avec l'Architecte des Bâtiments de France.
4. Études financées par la ville d'Orléans et la DRAC Centre et réalisées par le laboratoire CEDRE (Centre d'Études en Dendrochronologie et de Recherche en Écologie et paléoécologie), C. Perrault, O. Girardclos, Besançon.
5. Pour les termes d'entrain retroussé et de moise, ainsi que pour le vocabulaire de la charpente, nous nous appuyons sur les définitions de : Mésange 1753 : vol. 1, 77-99 et Le Port 1979.
6. Contrats liés au renforcement de la charpente de la salle des Thèses de 1539 (publiés dans Jarry 1936 : 129-131), voir *infra*. L'"aumoise" ou "moise" désignait bien "deux pièces de bois plates assemblées deux à deux par des boulons et servant à relier ou à maintenir des pièces de charpente" (Lachiver 1997 : 75, 1147).

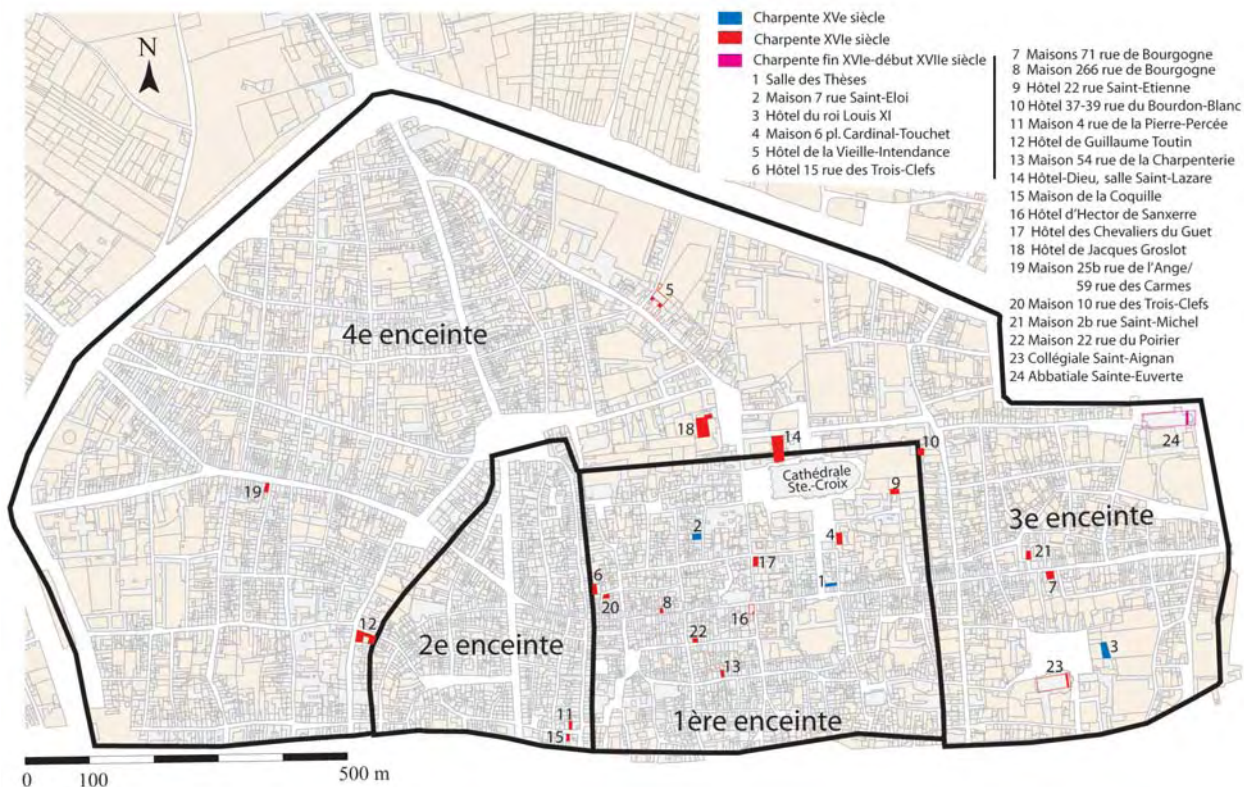


Fig. 1 : Localisation des charpentes à entrain retroussé moisé sur le plan cadastral de 1823 (C. Alix, J. Noblet d'après fond de plan : Lefèvre 2004).

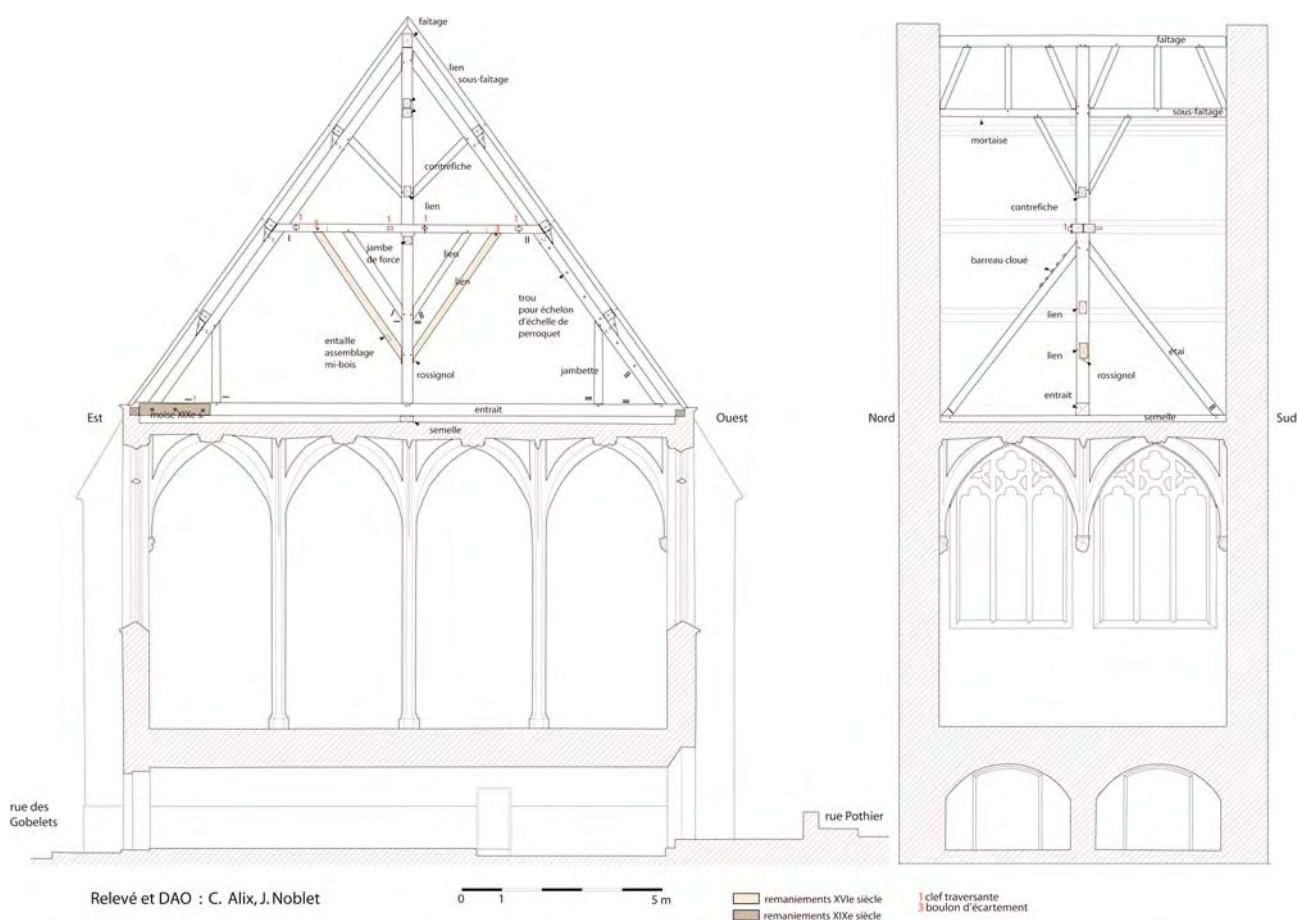


Fig. 2 : Salle des Thèses, 2 rue Pothier (1420-1421d) : coupe longitudinale vers le sud et coupe transversale vers l'est (relevé et DAO : C. Alix et J. Noblet).

1. LES CHARPENTES DU XV^e SIÈCLE

1.1. La charpente de la salle des Thèses ou " Librairie " de l'université d'Orléans (2 rue Pothier)

La salle des Thèses, ancienne bibliothèque de l'université d'Orléans commencée après 1411, est achevée avec la pose de la charpente vers 1421⁷. Ce bâtiment en pierre comprend un niveau inférieur⁸ surmonté d'une salle unique à deux vaisseaux séparés en quatre travées par une file de trois colonnes. Ce volume est couvert de huit voûtes d'ogives au-dessus desquelles se trouve le comble dont l'unique ferme à pannes présente des longs pans inclinés de 54° (60 gr).

La structure se compose d'une paire d'arbalétriers raidie par des jambettes placées au droit des pannes inférieures (Fig. 2). Elle est triangulée par un entrain maintenu entre un cours d'entretoises, posé sur l'arase

des murs gouttereaux, et relevé en son centre par un poinçon⁹. L'importante portée de l'entrain, plus de 13,40 m, supérieure à la distance entre pignons, est conditionnée par le choix d'implantation du bâtiment rive sur rue. Quasiment à mi-hauteur de la charpente, la triangulation est renforcée par un entrain retroussé moisé soutenu par quatre liens assemblés en pied dans le poinçon. Les deux liens supérieurs sont assemblés à tenon et mortaise dans l'entrain retroussé (Fig. 3)¹⁰.

Le contreventement est assuré par une faîtière et un sous-faitage, renforcés par deux potelets et quatre liens obliques. Le sous-faitage est également raidi par deux aisseliers assemblés en pied dans le poinçon. Enfin, dans sa partie inférieure, le poinçon est contrebuté par deux étais tenonnées en pied dans une semelle située sous l'entrain, reposant à même le sol et dont les abouts sont encastés dans les murs pignons.

Les pièces de bois, de forte section, équarries à la hache et ne montrant aucune trace de débitage manuel à la scie, présentent un marquage cohérent.

7. Les bois furent abattus au cours du repos végétatif 1420-1421d. Perrault C., *Datation par dendrochronologie : la Salle des Thèses, à Orléans (45)*, CEDRE, Besançon, 2008.

8. En raison de la déclivité du terrain, ce niveau est semi-enterré à l'ouest, côté rue Pothier, et de plain-pied à l'est, avec la rue des Gobelets ; sur la salle des Thèses : Alix, Noblet 2009.

9. Le poinçon est élogé sous l'entrain retroussé.

10. Les deux liens inférieurs ont été réinsérés après la construction de la charpente, voir *infra*.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 3 : Salle des Thèses, 2 rue Pothier (1420-1421d) : extrémité occidentale de l'entrait retroussé moisé maintenu par une clef en bois ; " cheville en fer " dans la tête du lien ajouté au XVI^e s.

Gravées au ciseau à proximité des assemblages sur la face sud de la quasi-totalité des éléments, des marques d'assemblage correspondant aux I et II de la numérotation en chiffre romain. Elles permettent de différencier les bois situés dans la partie orientale de la charpente (I) de ceux à l'ouest (II)¹¹.

Ces mêmes marques se retrouvent aux extrémités des deux moises de l'entrait retroussé, témoignant de la cohérence de l'ensemble de la charpente¹². Équarri à la hache ou à la doloire et possédant une section rectangulaire (d'une moyenne de 27 x 20 cm), chaque élément, dont le grand côté est posé horizontalement, enserme le poinçon et les arbalétriers, entaillés à cet endroit.

Pour que les deux pièces de bois ne s'écartent ou ne se déforment sous l'effet des forces de compressions, celles-ci sont maintenues solidaires par quatre clefs traversantes en bois réparties de part et d'autre du

poinçon et en avant des arbalétriers (Fig. 3). Afin d'éviter tout déplacement de la clef, celle-ci possède un about de section supérieure à l'entaille tandis que son autre extrémité, plus fine, est traversée par une clavette en bois.

L'emploi d'un entrait retroussé moisé, qui dénote une très bonne connaissance de la statique de la charpente de la part du charpentier, renforce la triangulation car il présente l'avantage de travailler en traction, tandis qu'un simple faux-entrait, qui n'assure qu'un rôle à la compression, limiterait seulement le fléchissement des arbalétriers. Les moisements (entailles) faits sur le poinçon et les arbalétriers permettent ici de lutter efficacement contre les poussées de la charpente.

Par ailleurs, ce procédé facilite la mise en œuvre de la charpente car le système de moises permet d'insérer l'entrait retroussé une fois la ferme levée. Néanmoins le marquage, cohérent avec celui porté sur le reste de la structure, confirme une mise en place contemporaine.

Plus ancien exemple connu et daté d'utilisation d'un entrait retroussé moisé, le procédé observé à la salle des Thèses est également employé, dans la

11. Les deux grandes jambes de forces possèdent des marques en pied sur leur face occidentale. La pièce I est au nord et la II au sud.

12. L'homogénéité de la charpente est confirmée par le prélèvement dendrochronologique effectué dans la moise sud.

seconde moitié du XV^e s., dans l'architecture domestique, comme à la maison de Louis XI et à celle du 7 rue Saint-Éloi.

1.2. La maison de Louis XI (10 Cloître Saint-Aignan)

À proximité immédiate du chevet de la collégiale, dont il finance l'achèvement de la reconstruction, Louis XI décida, en 1471-72 de se faire bâtir une maison en brique et pierre (Fig. 4) dont le comble à surcroît est couvert d'une charpente à pannes, en chêne, dont les bois furent abattus au cours de l'hiver 1479-1480d (Fig. 5)¹³. Ses versants sont inclinés à 53° (59 gr). Elle se compose de six fermes irrégulièrement espacées – en raison de la présence d'un mur de refend et d'un conduit de cheminée contemporains de la construction – comportant deux arbalétriers assemblés en tête au poinçon et en pied dans un blochet reposant sur deux cours de sablières¹⁴. Une courte jambette, assemblée sur le dos de chaque arbalétrier, maintient l'écartement de ce dernier avec le chevron. Chaque ferme est triangulée par un entrain retroussé moisé, situé à 0,85 m au-dessus du surcroît offrant ainsi un passage d'environ 2,20 m. L'entrain est relevé au centre par un poinçon, à l'extrémité sculptée en forme de culot pendant (Fig. 30). Deux niveaux de contrefiches reprennent, par l'intermédiaires des chevrons et des pannes¹⁵, les charges transmises par les intempéries et la couverture. Une faîtière et une sous-faîtière assurent le contreventement longitudinal, renforcé par des liens, assemblés en pied dans le poinçon et à mi-bois dans la sous-faîtière avant de rejoindre le faîtage (Fig. 6).

L'originalité de cette charpente réside dans le fait qu'entre chaque ferme les chevrons, assemblés par paire, sont également bloqués en pied par un blochet et raidis par une jambette. Bien que l'on soit en présence d'une charpente à pannes, les couples de chevrons la rapprochent des systèmes mixtes à pannes et à chevrons-formant-fermes.

L'association de ce système avec le surcroît et l'emploi d'un entrain retroussé libère l'espace du comble afin de le rendre habitable.

Comme à la salle des Thèses, le marquage des pièces de bois, à proximité des assemblages sur l'entrain retroussé, le poinçon, les contrefiches mais aussi sur les tasseaux, du nord au sud et sous la forme de chiffres romains (8, 24, 29, 38, 45 et 52), est parfait-



Fig. 4 : Maison du roi Louis XI, 10 cloître Saint-Aignan : façade occidentale.

tement cohérent. Continué sur les fermes, il prend en compte les chevrons, même si ces derniers ne présentent pas de marque. Une contremarque, sous forme de crochet, permet de latéraliser les pièces de la moitié orientale (marque franc pour le versant ouest). On note aussi l'existence d'un pré-marquage au noir parfaitement cohérent avec celui réalisé ensuite à la rainette probablement en prévision du levage.

Les deux moises de section rectangulaire (17 x 10,5 cm), aux marques cohérentes avec celles des autres pièces de la ferme, sont posées sur leur plus grand côté et ensèrent poinçon, arbalétriers, jambes de force et pied des jambettes entaillés pour les recevoir. Quant aux abouts des moises, ils sont découpés afin de permettre le passage des chevrons. Enfin, pour éviter l'écartement des deux moises, quatre clefs en bois – semblables à celles décrites précédemment – sont associées à deux prisonniers¹⁶ renforcés par deux chevilles. En outre, à chaque extrémité, des boulons à clavette assurent la liaison avec les arbalétriers. Ce système se compose systématiquement des trois mêmes éléments : un boulon à tige non filetée et tête plate, une rondelle et une clavette s'insérant dans une fente percée dans l'axe et recourbée pour qu'elle puisse se maintenir en place.

1.3. La maison 7 rue Saint-Éloi

Rive sur rue, cette grande habitation en pierre du troisième quart du XIII^e s. s'étend en profondeur perpendiculairement à la voirie. Dans la deuxième moitié du XV^e s., la maison est remaniée dans ses parties hautes avec la création d'un comble muni d'un surcroît dont la charpente, aux longs pans inclinés de

13. Perrault C., Girardclos O., *Datation par dendrochronologie de la charpente et d'un plafond de la maison du 10 Cloître Saint-Aignan, à Orléans (45)*, CEDRE, Besançon, 2006.

14. L'assemblage du blochet avec les sablières est à mi-bois en queue-d'aronde.

15. Les cours de pannes reposent sur des tasseaux assemblés à tenon et mortaise sur le dos des arbalétriers et de certains chevrons.

16. Assemblage entre deux pièces de bois parallèles se jouxtant. Un "tenon mobile" (ou "clef non traversante") est logé dans deux mortaises se faisant face et peut être renforcé par des chevilles. Notons que l'utilisation des prisonniers caractérise aussi l'assemblage des doubles sablières à l'aplomb dans l'architecture en pan-de-bois orléanaise des XV^e et XVI^e siècles (Alix 2007).

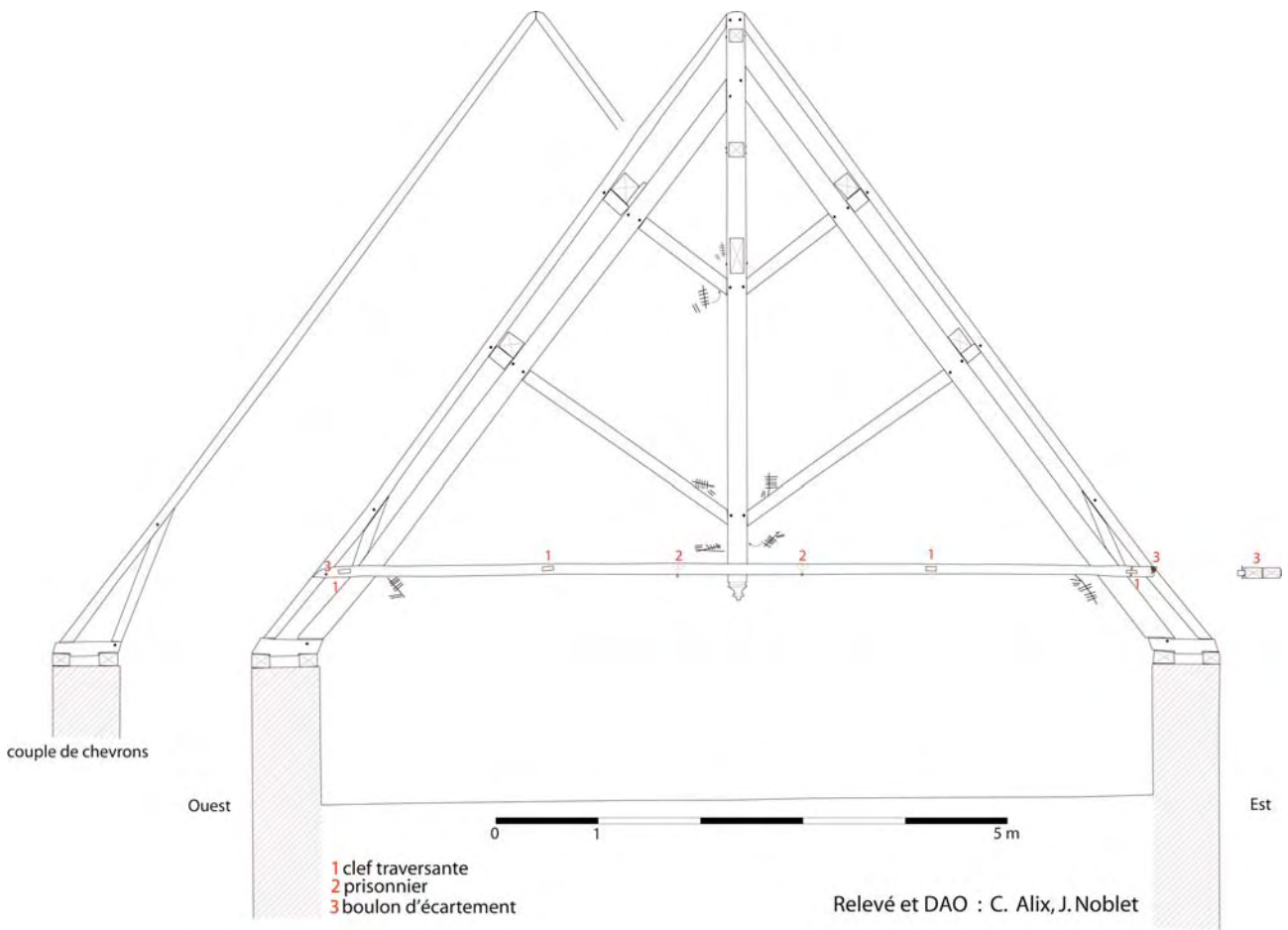


Fig. 5 : Maison du roi Louis XI, 10 cloître Saint-Aignan (1479-1480d) : coupe transversale du comble vers le nord (relevé et DAO : C. Alix et J. Noblet).



Fig. 6 : Maison du roi Louis XI, 10 cloître Saint-Aignan (1479-1480d).

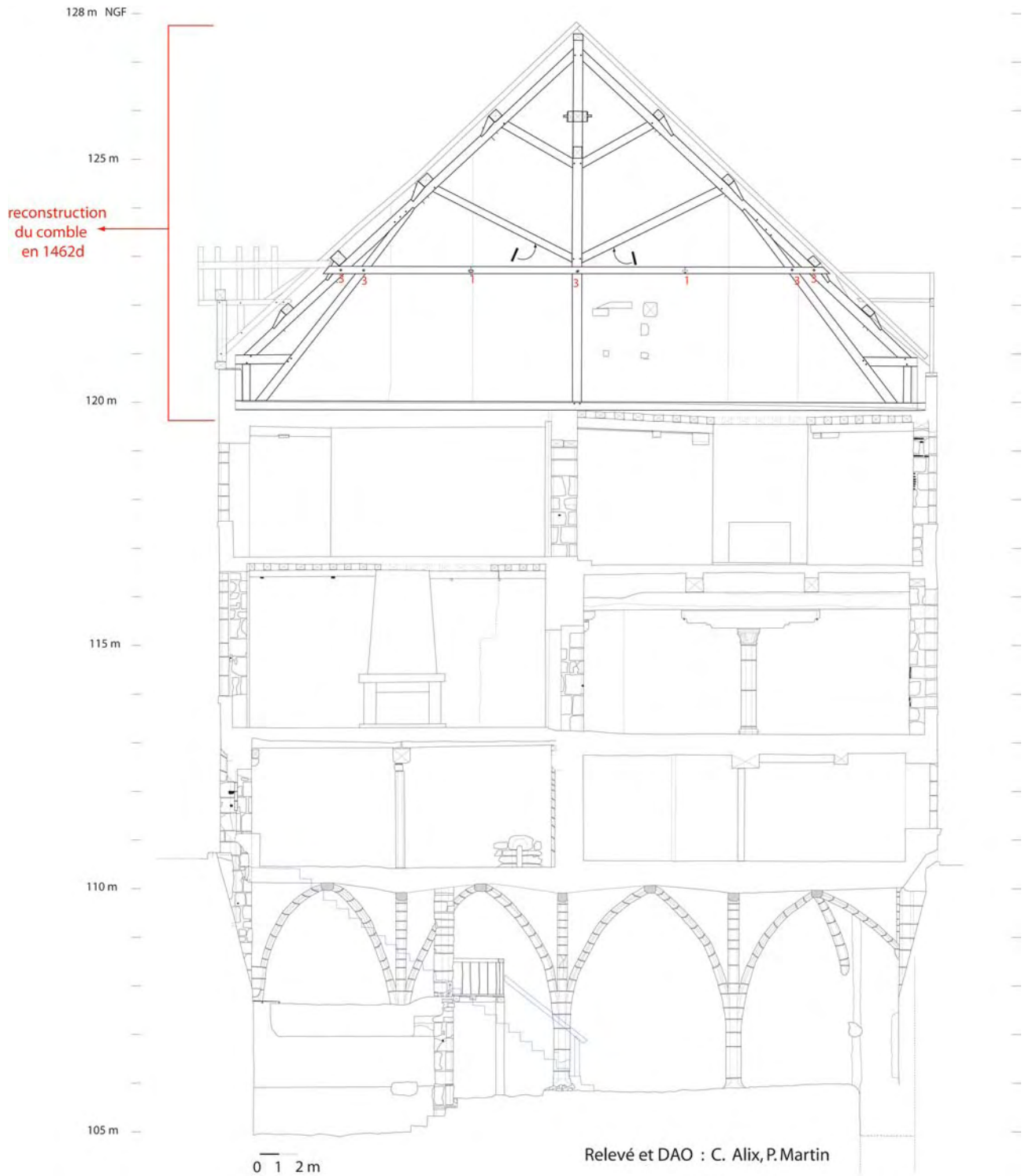


Fig. 7 : Maison 7 rue Saint-Éloi (XIII^e s. avec charpente de comble de 1461-1462d) : coupe longitudinale vers le sud.

43° (48 gr), est formée de bois abattus au cours du repos végétatif 1461-1462d (Fig. 7)¹⁷. Chacune des deux fermes présente une structure à pannes avec poinçon, deux niveaux de contrefiches et entrain retroussé moisé sur portique en trapèze¹⁸. Les arbalétriers, renforcés par des jambes de force, portent sur des blochets encastrés dans le surcroît et reposant sur un potelet.

Le contreventement longitudinal comporte une faîtière et une sous-faîtière raidies par des croix de Saint-André (Fig. 8). Des aisseliers assemblés en pied au poinçon contreventent également les sous-faîtières. Enfin, l'assemblage de ces dernières avec le poinçon est renforcé par deux flasques maintenues ensemble par deux clefs en bois.

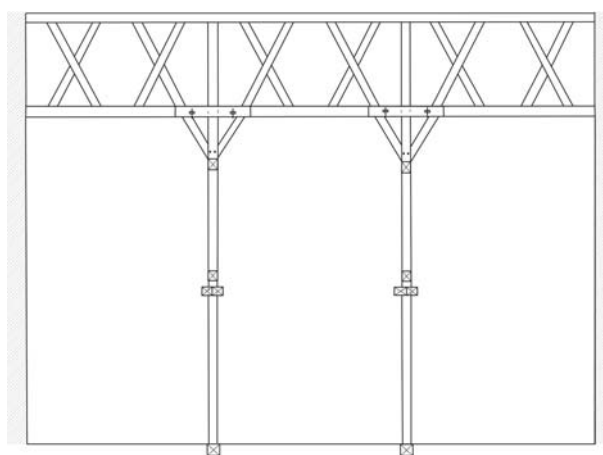
Pour chacune des deux fermes, l'entrait de faible section relevé par un poinçon repose sur le sol (solivage), ce qui permet la réduction de son épaisseur. Cette semelle traînante ne joue qu'un rôle à la

traction n'ayant pas son poids à supporter¹⁹. L'originalité de la charpente tient au fait qu'en dépit de l'orientation du comble parallèle à la rue, le bâtiment est plus profond que large. Ainsi, la distance entre pignon (environ 9 m) est plus faible que celle entre les surcroîts des gouttereaux. Ce parti atypique entraîne une portée très importante pour l'entrait, d'environ 13,50 m. Pour cette raison, il s'appuie en son centre sur un mur de refend et, pour l'une des deux fermes, est formé de deux pièces de bois aboutées par un assemblage en trait de Jupiter, indiquant peut-être la difficulté du charpentier à se procurer de longs bois. Toutefois, la faible pente du toit, associée à la hauteur du surcroît, permet de raccourcir légèrement arbalétriers et entrain, témoignant une nouvelle fois de l'ingéniosité et de la maîtrise technique du charpentier.

Grâce au marquage gravé cohérent (marque I pour les pièces de bois de la première ferme, II pour la seconde), les deux moises formant l'entrait retroussé appartiennent, comme pour les exemples précédents, à la charpente d'origine. Disposés horizontalement sur leur grand côté, ils sont serrés par deux clefs en bois traversantes placées à équidistance entre l'arbalétrier et le poinçon. Cinq boulons à rondelle et clavette renforcent l'assemblage des moises avec les arbalétriers, les jambes de force et le poinçon.

17. Girardclos O., Perrault C., *Datation par dendrochronologie maison au 7 rue Saint-Éloi à Orléans (45)*, CEDRE, Besançon, 2006.

18. La triangulation des arbalétriers est rendue plus complexe par la présence du surcroît : le trapèze situé à la base est décrit par l'entrait, l'entrait retroussé et les jambes de force, tandis qu'au-dessus, les contrefiches au droit des pannes raidissent les arbalétriers en direction du poinçon.



0 1 5 m

Relevé et DAO : C. Alix

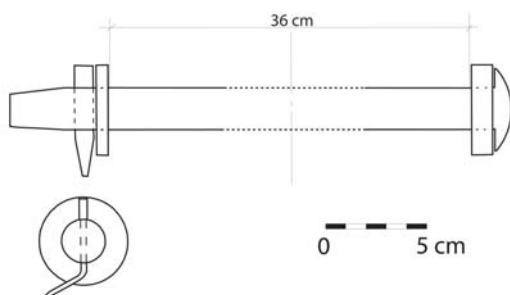


Fig. 8 : Maison 7 rue Saint-Éloi (1461-1462d) : coupe vers l'est et détail d'un boulon d'écartement.

2. LE CORPUS ORLÉANAIS DU XVI^E SIÈCLE, TÉMOIN DE LA DIFFUSION DU SYSTÈME DANS LES HABITATIONS

Pour l'essentiel du *corpus* (Tableau en annexe), celui des édifices domestiques (maisons ou hôtels), rive sur rue, toutes les charpentes étudiées, en chêne à feuillage caduc (*Quercus sp.*)²⁰, présentent une structure qui se rapproche de l'exemple étudié 7 rue Saint-Éloi²¹. Il s'agit de combles à surcroît avec charpentes à ferme et à pannes, poinçon (qui toutefois sont pendants), contrefiches²² et entrain retroussé sur porti-

19. Ce dispositif se rapproche de l'exemple observé dans la maison 25 rue Saint-Martin à Angers datant de la fin du XVIII^e s. (Hunot 2001 : 27).

20. Plusieurs charpentes présentent les traces d'un lait de plâtre, traitement prophylactique et/ou esthétique protecteur appliqué sur toutes les faces des pièces de bois avant leur montage, comme par exemple à la maison de Louis XI. Ce procédé avait été mis en évidence dans la charpente du manoir des Ligneriers à Charentilly en Touraine (Carré, Litoux, Hunot 2002 : 256).

21. L'approvisionnement en bois de chêne s'effectuait principalement depuis la proche forêt royale d'Orléans, notamment par voie fluviale, comme l'atteste la présence de perforations obliques d'environ 3 cm de diamètre (Fig. 15) repérées sur certaines pièces de bois (10 rue des Trois-Clefs ; 22 rue du Poirier) et destinées au passage de cordes afin de les assembler en trains de bois (Duhamel du Monceau 1767 : 34-40, 47-48 et pl. VI). Ce moyen de transport a aussi facilité l'acheminement de bois de provenance plus lointaine, notamment de Bourgogne et du Forez (Alix à paraître).

22. Il existe, en fonction de la hauteur du comble, d'un à trois niveaux de contrefiches, comme à l'Hôtel-Dieu d'Orléans.

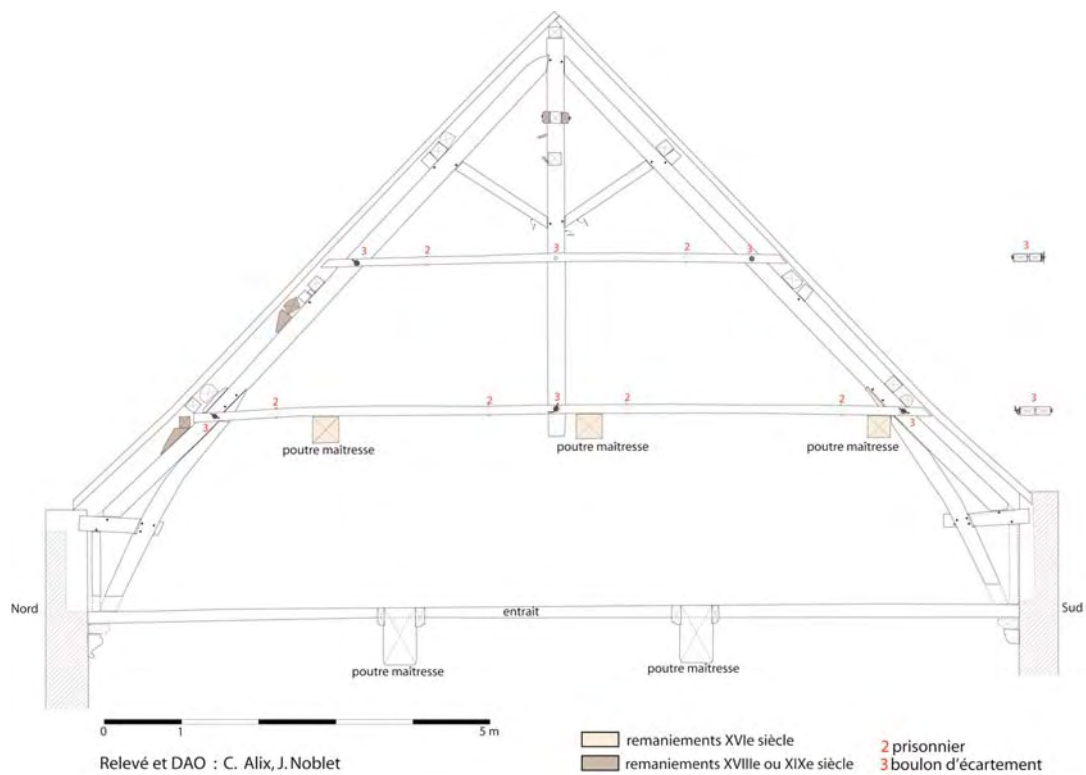


Fig. 9 : Maison dite de la Coquille, 7 rue de la Pierre-Percée (vers 1543-1544d) : coupe vers l'est du comble.



Fig. 10 : Maison dite de la Coquille, 7 rue de la Pierre-Percée (vers 1543-1544d) : partie orientale du contreventement, vue vers le nord.

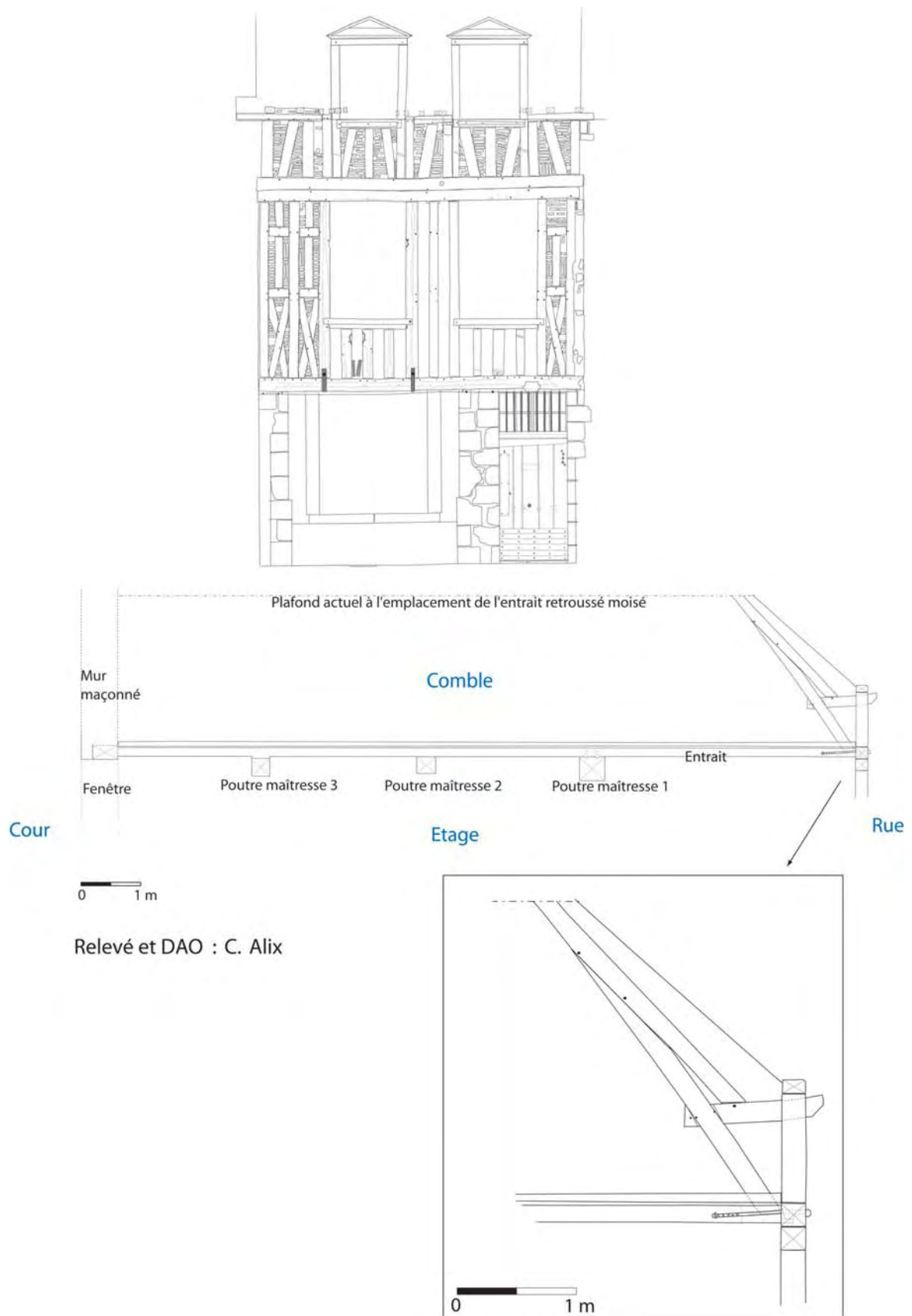


Fig. 11 : Maison 54 rue de la Charpenterie (entre 1530-1540d) : élévation de la façade antérieure en pan-de-bois et coupe longitudinale au niveau du plancher du comble.

que en trapèze (typologie d'après Hoffsummer 2002 : 235), ce qui permet de limiter l'usage de bois longs. Là encore, les arbalétriers, renforcés par des jambes de force, portent sur des blochets encastrés dans le surcroît et rejetés sur un potelet²³.

Néanmoins, il existe plusieurs cas de figure quant à la position de l'entrain des jambes de force, en fonction de sa relation avec le plafond du niveau inférieur au comble.

Dans le cas des édifices rive sur rue s'étendant en profondeur comme au 7 rue Saint-Éloi et où la distance entre pignons est inférieure à la longueur de l'entrain, ce dernier peut-être placé sur le sol (7 rue Saint-Éloi) ou intégré au solivage (maison dite de la Coquille 7 rue de la Pierre-Percée (Fig. 9-10), maisons 54 rue de la Charpenterie (Fig. 11), 25 bis rue de l'Ange, et anciennement 4 rue de la Pierre-Percée). Dans ces quatre derniers édifices, il se confond avec les solives du plafond (section identique), mais à la différence de ces dernières dont les abouts reposent sur les lambourdes des poutres maîtresses, il file d'un gouttereau à l'autre. À chaque fois, cet entrain correspond à une pièce de bois de faible section et s'apparente au " tirant " évoqué dans les traités de charpenterie des XVII^e et XVIII^e s. (Hunot 2004 : 228).

Autre possibilité, l'entrain des jambes de force peut correspondre à l'une des poutres maîtresses recevant les solives du plancher (hôtels Toutin (Fig. 12 : A), des Chevaliers du Guet (Fig. 12 : B), Groslot (Fig. 12 : C), 15 rue des Trois-Clefs ou des 37-39 rue du Bourdon-Blanc ; maisons canoniales 6 place Cardinal-Touchet (Fig. 13 : A) et 22 rue Saint-Etienne (Fig. 13 : B) ; maison 10 rue des Trois-Clefs (Fig. 14 : B), manoir de La Fosse-Belaude à Saint-Jean-de-Braye (Fig. 13 : C).

Systématiquement, l'entrain retroussé constitué de deux moises est parfaitement similaire aux trois exemples du XV^e s. : les marques d'assemblage et les datations par dendrochronologie attestent de nouveau sa cohérence avec l'ensemble de la charpente. On retrouve la même diversité d'assemblage des moises. Les deux pièces de bois jumelées peuvent être maintenues par des clefs en bois (Fig. 16)²⁴, des prisonniers, tandis que de grosses chevilles quadran-

gulaires en bois (Fig. 18)²⁵ ou des boulons à clavette renforcent la liaison avec les autres éléments de charpente (poinçon, arbalétriers ; Fig. 19, 20, 21). La présence de ces derniers invite à s'interroger sur la datation de ces éléments de renforts métalliques. Le contrat du beffroi de la salle des Thèses montre que de semblables petits boulons (à têtes coniques), dénommés " chevilles en fer ", ont été ajoutés ici dès 1539 (Fig. 3). La présence de renforts en fer attestée dès le début du XVI^e s. incline à penser que les boulons recensés dans de nombreuses charpentes appartiennent aux dispositifs de fixation originels, même si on ne peut exclure que, dans certains cas, ils sont venus remplacer de grosses chevilles en bois. Un parallèle peut-être établi avec l'architecture en pan-de-bois orléanaise, où des tirants (ou boulons d'arrachements) sont très fréquemment employés au XVI^e s. (et peut-être dès le XV^e s.) pour prévenir les risques de déversements des façades en maintenant les solives de plancher contre les sablières. De même, des boulons semblables sont utilisés dans les plafonds à la même époque pour renforcer la trémie située sous l'âtre de la cheminée du niveau supérieur (37 rue de l'Empereur ; 4 rue des Trois-Maillets ; 17-19 rue Croix-de-Bois ; hôtel Toutin ; hôtel d'Hector de Sanxerre...).

Quant aux traces d'outil, on observe dans les exemples les plus anciens (salle des Thèses, maison 7 rue Saint-Éloi, maison de Louis XI) que la pièce de bois formant les moises a été équarrie et débitée à l'aide d'une hache, ou d'une doloire ; progressivement, l'apparition des marques de scie de long dans la première moitié du XVI^e s. indiquent, à l'hôtel Toutin par exemple, que la deuxième opération se fait désormais manuellement à l'aide de cet outil (Fig. 15, 22). L'utilisation de la scie s'observe également à la même époque pour le débitage sur quartier des pièces secondaires (aisseliers, contrefiches, liens) préalablement équarries à la hache.

L'utilisation fréquente d'une ou plusieurs fermes à entrain retroussé moisé dans l'habitat orléanais, y compris dans des maisons où la faible distance (environ 5 m) entre pignon sous comble ne la justifie pas – de simples pannes encastrées à leurs extrémités dans la maçonnerie auraient été suffisantes²⁶ – invite à s'interroger sur les avantages de ce procédé local. À défaut d'une économie de bois, il permet en premier

23. Quant au contreventement longitudinal, il comporte toujours une faîtière et une sous-faîtière liaisonnées par un potelet au centre, qui s'intercale entre des décharges ou des croix de Saint-André (Fig. 10). Dans la plupart des cas, les pannes sont calées par des échantignolles bloquées sur les arbalétriers grâce à de longues chevilles traversantes, lesquelles servaient aussi à fixer les chevrons sur les pannes. Parfois, l'entrain retroussé moisé se prolonge au-delà des arbalétriers et contribue à l'assise des pannes. Dans plusieurs exemples, l'écartement du sous-faîtage est contrôlé par la mise en place de flasques qui viennent moiser le poinçon (maison 7 rue Saint-Éloi, 22 rue du Poirier).

24. Habituellement ces clefs sont bloquées par des clavettes en bois, excepté au 25 bis rue de l'Ange où il s'agit de deux chevilles traversant les moises (Fig. 17).

25. Elles ont été observées dans quatre charpentes. Au 71 rue de Bourgogne, une cheville traverse les moises et l'arbalétrier sud. Au 266 rue de Bourgogne, une première cheville solidarise le poinçon et les moises, tandis qu'une seconde est placée à l'arrière de l'arbalétrier sud. Au 25 bis rue de l'Ange, les chevilles sont situées à la jonction avec le poinçon et les arbalétriers. Sur la ferme du chevet de l'église Saint-Aignan, de longues chevilles maintiennent les moises avec les arbalétriers.

26. Solution sans ferme retenue par exemple aux maisons situées 81 et 83 rue de la Charpenterie (respectivement 4,58 m et 4,76 m de large).

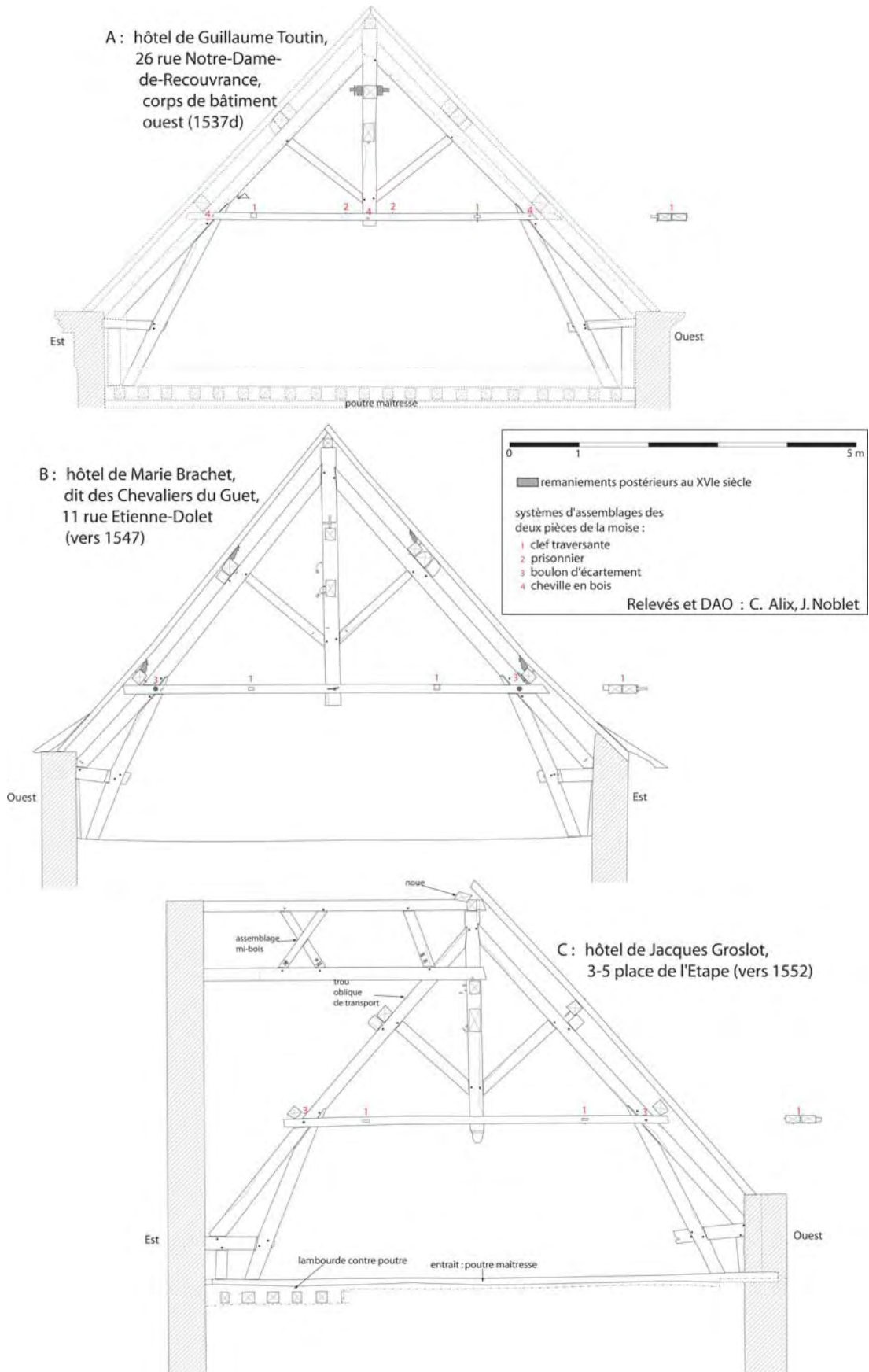


Fig. 12 : Coupes transversales du comble des hôtels de Toutin, de Marie Brachet, de Groslot.

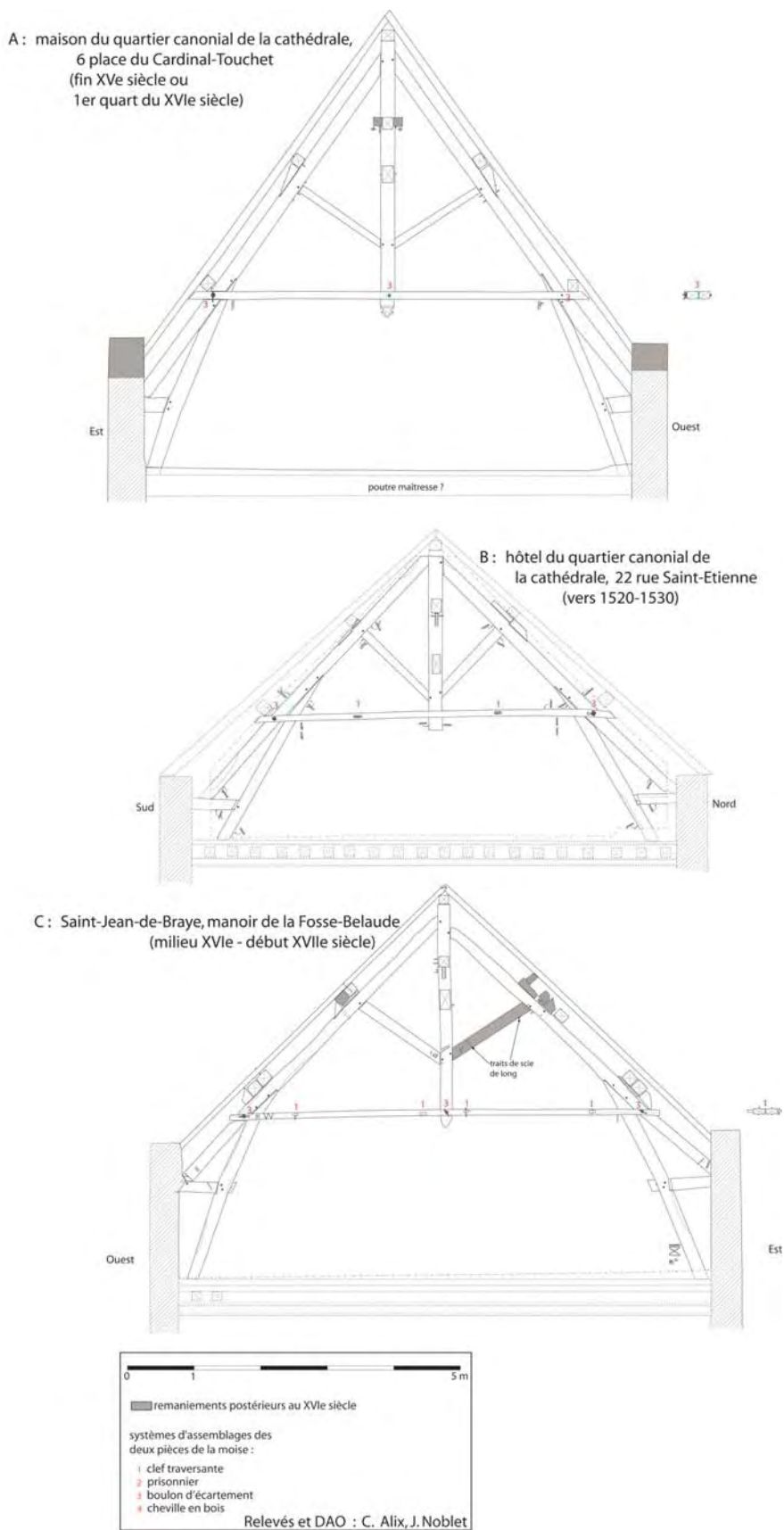


Fig. 13 : Coupes transversales du comble de deux maisons canoniales et d'un manoir.

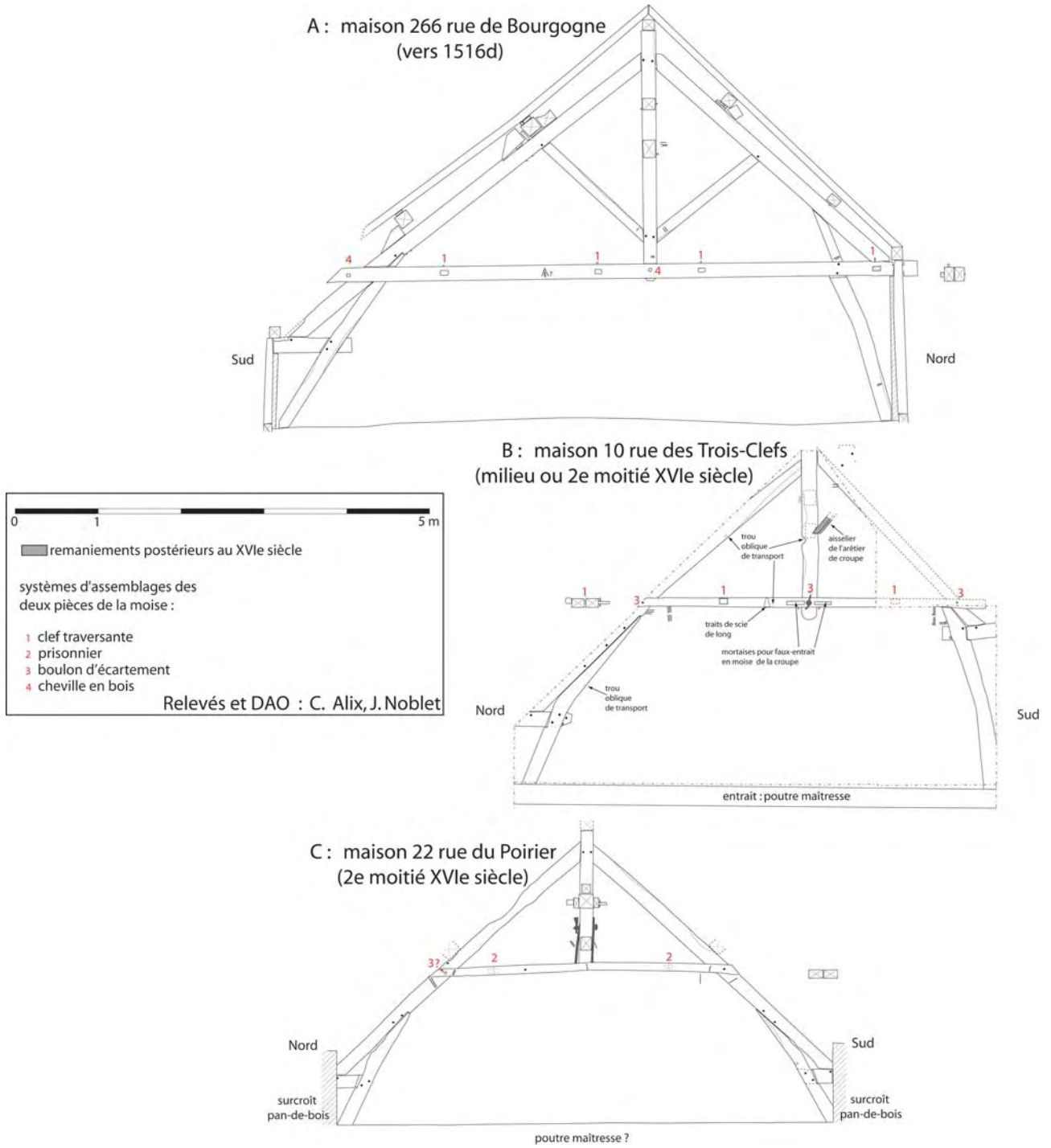


Fig. 14 : Coupes transversales du comble de trois maisons en pan-de-bois.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 15 : Maison 10 rue des Trois-Clefs (milieu ou 2^e moitié du XVI^e s.) : ferme occidentale : perforation oblique, traces de scie de long.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 16 : Maison 10 rue des Trois-Clefs (milieu ou 2^e moitié du XVI^e s.) : clef traversante de l'entrait retroussé moisé (Cl. : C. Alix et J. Noblet).



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 17 : Maison 25bis rue de l'Ange/59 rue des Carmes milieu du XVI^e s.) : clef traversante maintenue par deux chevilles.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 18 : Maison 266 rue de Bourgogne (1516d) : cheville en bois bloquant l'assemblage entre l'entrait retroussé moisé et le poinçon.

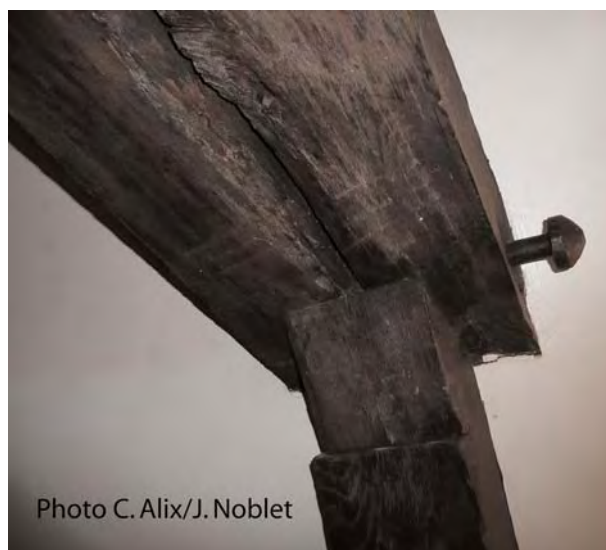


Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 19 : Maison 10 rue des Trois-Clefs (milieu ou 2^e moitié du XVI^e s.) : ferme occidentale, boulon d'écartement traversant l'entrait retroussé et l'arbalétrier nord ; marques d'assemblage III sous la moise.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 20 : Manoir de la Fosse-Belaude à Saint-Jean-de-Braye (2^e moitié du XVI^e s. ou début du XVII^e s.) : clefs traversantes et boulon d'écartement.



Fig. 21 : Maison canoniale du quartier cathédrale 6 place du Cardinal-Touchet (fin XV^e ou début du XVI^e s.) : poinçon pendant mouluré et tête du boulon d'écartement (Cl. : C. Alix et J. Noblet).

lieu de renforcer la structure²⁷. Témoinnant d'une bonne perception de la statique de la charpente dès sa conception, l'entrain retroussé reprend les efforts de traction assurés normalement par l'entrain, renforçant ainsi la triangulation de la ferme. Dès lors, ce procédé se retrouve dans divers types d'habitation des XV^e-XVI^e s., de la résidence aristocratique (maison de Louis XI, 1480d) au grand hôtel particulier (hôtel de Guillaume Toutin, valet de chambre du roi, vers 1535-1540 ; hôtel de Jacques Groslot, bailli d'Orléans et chancelier du duc d'Alençon, 1547-1555 ; hôtel dit des Chevaliers du Guet commandité en 1547 par Marie Brachet (veuve de Jehan Compaing seigneur de Fresnay et élu d'Orléans), dans les maisons polyvalentes de riches bourgeois (maison dite de la Coquille, 1543-1544d) et les maisons canoniales en pierre (6 place du Cardinal-Touchet ; 22 rue Saint-Étienne, vers 1520), mais aussi dans les demeures de commerçants et artisans aisés en pan-de-bois (maisons 266 rue de Bourgogne (Fig. 23), 54 rue de la Charpenterie, 10 rue des Trois-Clefs et 22 rue du Poirier).

Au-delà de cet avantage technique, ce type de charpente, associé à l'usage du surcroît, permet de dégager des volumes aisément habitables ou fonctionnels (hauteur libérée entre sol et entrain retroussé : environ 2,15 m à la maison 10 rue des Trois-Clefs ; 2,20 m à la maison de Louis XI ; 2,45 m à la maison de la Coquille et même 2,55 m au 6 place du Cardinal-Touchet). Toutefois, même si des exemples de planchers intermédiaires anciens portant sur l'entrain retroussé ont été observés²⁸, les deux pièces de bois posées à plat, ne travaillant donc pas au mieux, soumettent les éléments d'assemblage (clefs, tirants...) à un effort important et présentent un risque de fléchissement (Fig. 24). C'est pourquoi, si le charpentier responsable de la construction d'un campanile à la salle des Thèses en 1539 met à profit la présence des moises - les poutres portant le plancher destiné à cette construction reposent en effet sur l'entrain retroussé²⁹ - il prend la précaution d'insérer deux liens inférieurs afin d'éviter que ces dernières ne flambent³⁰.

27. Est-ce la minceur de certains murs pignons, jugés pas assez résistants pour recevoir l'encastrement de pannes, qui incita parfois des constructeurs à prendre l'habitude de placer une ferme perpendiculaire à l'égout ?

28. Maison dite de la Coquille 7 rue de la Pierre-Percée ; 25 bis rue de l'Ange : les planchers intermédiaires reposent alors sur des poutres maîtresses encastrees dans les pignons perpendiculairement à l'entrain retroussé et recevant des solives placées à la même hauteur que ce dernier.

29. "premierement mettra ledict preneur deux seules qui seront d'un bout dedans la muraille et de l'autre bout seront portés sur l'aumoise qui est un [au ?] comble de ladictte librairie" (Jarry 1936 : 129).

30. Les nouveaux liens sont assemblés en pied dans le poinçon à l'aide de mortaises volontairement très longues qui facilitent l'insertion des tenons. Ces derniers sont maintenus par une petite cale de bois ("rossignol") qui comble l'espace laissé libre dans la partie inférieure de chaque mortaise. À l'autre extrémité, les liens sont munis de double tenon afin de s'assembler avec chacune des deux moises.

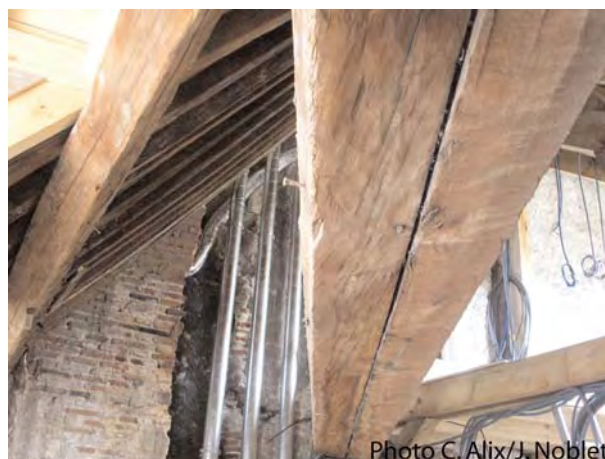


Fig. 22 : Hôtel de Guillaume Toutin, corps de bâtiment oriental : ferme d'arétier (entre 1536 et 1555d) : entrain retroussé moisé maintenu par des prisonniers et provenant d'une même grume équarrie à la doloire (traces sur la face inférieure de la pièce gauche) puis débitée en deux à la scie (traces sur la face inférieure de la pièce droite).



Fig. 23 : Maison 266 rue de Bourgogne : façade antérieure, entre 1473 et 1488d, surmontée d'un comble dont la charpente est reconstruite en 1516d.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 24 : Maison 25^{bis} rue de l'Ange/59 rue des Carmes (milieu du XVI^e s.) : plancher inséré au niveau de l'entrait retroussé moisé.

Aussi, pour remédier à ce risque, va-t-on opérer un retournement à 90° des moises : une fois posées de chant, celles-ci résistent davantage, surtout quand le cœur est placé vers les extérieurs des moises. Cette réponse technique semble avoir été apportée, probablement de manière empirique et exceptionnelle vers 1520, au 266 rue de Bourgogne (Fig. 14 : A)³¹. Il

31. Un autre exemple précoce se remarque au 2^{me} rue Saint-Michel, demeure médiévale dont la charpente comporte une seule ferme perpendiculaire à la façade rive sur rue. Cette charpente correspond à une reprise du bâtiment médiéval et fut transformée lors de travaux au XVIII^e s. (modification de la façade sud ayant entraîné la disparition de la jambe de force, du blochet, de la partie inférieure de l'arbalétrier et l'étalement de l'entrait retroussé moisé par une pièce de bois portant des marques de vente). Cette charpente, qui remonte probablement à la deuxième moitié du XVI^e s., comporte des moises présentant un grand côté posé de chant (section de 16 cm x 14 cm).

faudra attendre la seconde moitié du XVIII^e s. pour voir cette solution se développer avant de connaître son apogée au XIX^e s. et au début du XX^e où son emploi dans les charpentes est quasi systématique³².

Procédé local précoce, le système de l'entrait retroussé moisé est rapidement bien maîtrisé ce dont témoigne, dès le début du XVI^e s., son utilisation dans des structures telles que des enrayures de tourelles ou des toitures en pavillon.

Dans les tourelles d'escalier des hôtels Hector de Sanxerre et Toutin (tourelle ouest et tourelle est), mais aussi dans celle de la maison en pan-de-bois 22 rue du Poirier (Fig. 25), l'emploi d'un entrait moisé, dans lequel s'assemblent les coyers, s'observe uniquement au deuxième niveau d'enrayure dépourvu de goussets ; par ailleurs, les coyers sont reliés à l'une ou l'autre pièce de bois formant l'entrait moisé évitant ainsi de trop l'affaiblir par le percement de mortaises rapprochées³³.

La charpente de l'actuel chœur de la collégiale Saint-Aignan présente une ferme, celle de l'abside

32. Les enquêtes ethnologiques menées depuis 1978 par F. Calame auprès de charpentiers témoignent de la longévité et du succès de ce procédé : ainsi, en France, l'actuelle définition de la charpente dite " traditionnelle " correspond-elle souvent à une charpente " à fermes et pannes assemblées à tenons et mortaises et/ou utilisant des moises boulonnées pour les entrails ou les jambes de force " (Calame 2004 : 94-95). Dans la campagne genevoise, les premiers entrails retroussés moisés apparaissent dans les années 1820 et se généralisent dans la seconde moitié du XIX^e s. (Roland 2008 : 15).

33. D'autres enrayures observées en Orléanais, en Bourgogne témoignent de la fréquence de ce procédé (deuxième enrayure du pigeonier du château de Malesherbes, Loiret ; clocher de l'église du Val-de-Mercy, Yonne ; etc.).



Fig. 25 : Maison 22 rue du Poirier (2^e moitié du XVI^e s.) : charpente de la tourelle d'escalier en pan-de-bois : enrayure supérieure avec entrait retroussé moisé (Cl. : C. Alix et J. Noblet).



Fig. 26 : Hôtel de François Brachet, dit de la Vieille-Intendance, 24-28 rue de la Bretonnerie : tour d'escalier orientale du corps de bâtiment principal (vers 1505d) : charpente en pavillon avec entrain retroussé moisé maintenu par des clefs traversantes, poinçons pendants (Cl. : C. Alix et J. Noblet).



Fig. 27 : Église collégiale Saint-Aignan : ferme du chevet.

(Fig. 27, 28), avec trois niveaux d'entrains retroussés moisés (à la différence des sept autres fermes qui possèdent des faux-entrains non moisés). L'utilisation de ce procédé pour la ferme la plus orientale, que l'on retrouve également à l'église abbatiale Saint-Euverte d'Orléans (dernier tiers XVI^e-1^{er} moitié XVII^e siècle, avant l'allongement de l'abside en 1652), se justifie par la volonté de renforcer sa structure, puisqu'elle reçoit les trois niveaux d'enrayures superposées de l'abside qui sont soumises aux poussées des arêtières et des empannons³⁴. Un exemple semblable a été observé

³⁴ Les sept autres fermes du chœur sont munies de simples faux-entrains ; des relevés détaillés ont été dessinés en 1946 par L.-J. Catelain (Charpentes 1982 : D 4012-4029).

sur le chœur de l'église de la Sainte-Trinité de Morigny-Champigny dans l'Essonne (1546d), où les deux niveaux d'entrains retroussés moisés sont localisés uniquement sur la ferme de l'abside recevant les enrayures (Ferauge 2003 : 7-9).

Enfin, les deux tours d'escalier de l'hôtel dit de la Vieille-Intendance sont couronnées chacune d'une chambre haute couverte par une charpente en pavillon. L'entrain retroussé est dans les deux cas formé de deux pièces de bois moisant les deux poinçons et dans lesquelles s'assemblent les demi-entrains et les coyers aux extrémités (Fig. 29).



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 28 : Église collégiale Saint-Aignan : ferme du chevet : 1^{er} niveau d'enrayure.



Photo C. Alix/J. Noblet

Fig. 29 : Hôtel de François Brachet, dit de la Vieille-Intendance, 24-28 rue de la Bretonnerie : corps de bâtiment principal, charpente à chevrons-formant-fermes en forme de voûte, vue vers l'est (vers 1505d)

L'emploi de l'entrain retroussé moisé en Val de Loire

L'utilisation d'un entrain retroussé moisé s'observe dans de nombreuses demeures du Val de Loire en aval et à proximité d'Orléans, comme à Beaugency³⁵, à la maison dite de Guillaume Charles, 13 rue de la Cordonnerie (1500d)³⁶, à celles 25-27 rue de la Maille d'Or (début XVI^e s.), 7 rue des Trois-Marchands (vers 1534), 1 rue Porte Vendômoise (vers 1534), à l'hôtel Tarat, 15 rue du Martroi (1556d), ou encore au moulin Choiseau, 30 rue du Pont (2^e quart du XVI^e s.). Les deux premières charpentes citées correspondent ainsi au cas de figure orléanais observé à la Maison de la Coquille, où l'entrain (tirant) est placé parmi les solives du plancher inférieur. Dans tous ces exemples, les systèmes de fixation des moises sont semblables (clefs traversantes, boulons à clavette, prisonniers) à ceux décrits à Orléans.

Un peu plus à l'ouest, à Amboise³⁷, des entrains retroussés moisés ont également été recensés : la maison en pan-de-bois 54 place Michel-Debré (fin XV^e ou 1^{ère} moitié XVI^e s.) possède un entrain retroussé pour chacune des deux fermes sur portique en trapèze. Il est constitué de moises maintenues par des prisonniers et des boulons à rondelles et clavettes. En outre, des moises sont également utilisées pour renforcer le contreventement longitudinal, originalité inconnue à Orléans : les deux pièces de bois de la lierne de sous-faîtage située immédiatement au-dessus des entrains retroussés viennent enserrer les poinçons. Dans cette même ville, l'hôtel en pierre dit prieuré Saint-Thomas, 1 mail Saint-Thomas, présente une charpente à chevrons-formant-fermes édifée vers 1517-1522d³⁸, dont les quatre fermes maîtresses présentent un entrain retroussé moisé, surmonté par un niveau de faux-entrain. Comme dans l'autre exemple amboisien, une lierne moisée conforte le contreventement longitudinal : elle est placée cette fois-ci immédiatement au-dessous des entrains retroussés et reliée au poinçon par un boulon à clavette³⁹.

La récurrence de l'utilisation de l'entrain retroussé moisé à Orléans et sa diffusion aux alentours

pourraient s'expliquer par une tradition constructive locale privilégiant les maisons rive sur rue au détriment de celles à pignon sur rue. Ces façades à l'aplomb - les encorbellement étant très limités par rapport à d'autres villes des XV^e et XVI^e s. - s'inscrivent entre deux murs pignons mitoyens maçonnés qui jouent le rôle de coupe-feu et reçoivent les conduits de cheminées, qui dépassent ainsi plus facilement au-dessus du toit. Ce dispositif limite ainsi les risques d'incendie. Par ailleurs, les abouts des poutres maîtresses des plafonds, les pannes et les éléments du faîtage (faîtière et sous-faîtière) de la charpente de comble peuvent parfois solidement s'encaster dans ces murs pignons mitoyens. Ce procédé constructif, attesté dès le milieu du XV^e s., serait donc lié, à partir de cette époque, à l'emploi presque systématique de charpentes à pannes, alors que dans d'autres villes de la région, comme Tours ou Bourges, des charpentes à chevrons-formant-fermes perdurent plus couramment dans les habitations jusqu'au XVI^e s. (Bonnin 1980 : 67 ; Bontemps 1980 : 75 ; Chazelles 1997 : 34 ; Bonnin 1998 : 292, 295, 299-300.). Connues pour le XIII^e s. à Orléans (par exemple aux maisons 12 rue des Trois-Maries, 1289-1290d, ou 3 rue du Poirier, 1266-1267d), ces dernières sont définitivement remplacées par les charpentes à pannes⁴⁰, sauf dans le cas de constructions à caractère ostentatoire, comme pour le corps de bâtiment occidental de l'hôtel de Créneaux, maison commune d'Orléans (vers 1503-1513), l'hôtel de François Brachet, dit de la Vieille-Intendance, 24-28 rue de la Bretonnerie (vers 1505d, Fig. 29) ou le bâtiment des Grandes Écoles rue de l'Université (détruit) vers 1510 ; ainsi que dans certains édifices religieux : nef cathédrale Sainte-Croix (entre 1545 et 1563d)⁴¹ ; chapelle Saint-Sauveur, 218-220 rue de Bourgogne (XVI^e s.). En effet, ces charpentes à chevrons-formant-fermes peuvent revêtir un caractère esthétique et symbolique important, puisqu'elles font référence aux structures d'édifices anciens présentant un haut degré de technicité. Aussi, alors même que certaines sont cachées (par la présence du voûtement maçonné ou d'un plafond), elles continuent fréquemment de recevoir un traitement esthétique soigné

35. Ces exemples nous ont été aimablement signalés par D. Bontemps qui a effectué l'inventaire de la ville.

36. Dans cette maison, il n'y a ni blochet ni jambe de force : l'arbalétrier s'assemble directement dans un entrain situé dans le sol.

37. La ville d'Amboise est actuellement étudiée par L. Gaugain doctorante au CESR de Tours (*Le château et la ville d'Amboise aux XV^e et XVI^e siècles : architecture et société*, doctorat d'Histoire de l'Art, Salamagne A. dir.) en collaboration avec le Service de l'Inventaire de la région Centre.

38. Dormoy C., *Expertise dendrochronologique de la charpente du prieuré Saint-Thomas, 1 mail Saint-Thomas à Amboise (37400)*, Archéolabs, étude financée par le Service Régional de l'Inventaire Centre, 2007, 10 p.

39. Entre Amboise et Orléans, à Chaumont-sur-Loire, deux maisons fin XV^e-début XVI^e s. recensées par M.-A. Ferault (Service de l'Inventaire de la région Centre) possèdent une charpente dont

certaines fermes à entrains retroussés moisés (maintenus par deux clefs en bois) semblent antérieures au XVIII^e s. Toutefois, les traces de remaniements et l'absence de datation dendrochronologique ne permettent pas d'affirmer qu'elles sont contemporaines de la construction des maçonneries. À Saumur, l'hôtel de ville possède une toiture en pavillon dont la charpente présente un entrain retroussé moisé (vers 1515). En dehors du Val de Loire, signalons celle de la maison 2 rue Armand Colin à Tonnerre (Yonne) avec une ferme à entrain retroussé moisé maintenu par deux clefs.

40. La charpente à chevrons - formant - fermes de la maison 3 rue des Pastoureaux/1 rue des Trois-Maries, pouvant dater du XVI^e s., constituerait ainsi une exception : toutefois, cette charpente a été probablement remontée lors de la reconstruction de la façade sur rue au XVIII^e s.

41. Relevé de la charpente de la nef de la cathédrale d'Orléans publié dans Hoffsummer 2002 : 214, pl. 34 b.



Fig. 30 : Exemples de traitement esthétique de l'extrémité du poinçon (Cl. : C. Alix et J. Noblet).

(poinçon sculpté) ou reproduisent la forme d'une voûte grâce à la courbure des jambes de force et des aisseliers, procédé également remarqué en Normandie et dans le Val d'Oise (Épaul, Bernard 2009 : 48).

Attesté dès le premier quart du XV^e s. à la salle des Thèses d'Orléans, la charpente à pannes avec entrain retroussé moisé connaît un vif succès dans le milieu de la construction en Orléanais. Toutefois, ce premier constat reste tributaire de l'avancée des travaux et seul un intérêt plus systématiquement porté à l'étude des charpentes, tant médiévales que modernes, permettrait de mieux cerner géographiquement l'emploi de ce type de structure. Ainsi, en Anjou, région dont les charpentes sont bien étudiées, les rares exemples d'utilisation de moises se retrouvent dans des charpentes de beffroi à cloches dont celui de l'abbatiale de Sainte-Marie de Fontevraud à l'occasion de réparations du XVI^e s. ou à la base de la flèche du clocher de l'église Saint-Symphorien de Bouchemaine (1449-1458d)⁴². Par ailleurs, à l'aune des découvertes et de publications récentes, d'autres emplois de moises ont été recensés : ainsi, la toiture en pavillon du logis-tour de l'hôpital du Saint-Esprit à Besançon (1450d) comporte un entrain retroussé moisé à chacun des

deux niveaux d'enrayure⁴³. À l'église d'Illiers-Combray (Eure-et-Loir, 1491 - environ 1500d), de Lardy (Essonne, 1525-1526d) ou au grenier de Gray (Doubs, 1489-1492d)⁴⁴, on retrouve l'utilisation d'un entrain retroussé en partie supérieure de la charpente : ce procédé témoigne ici de la volonté de raidir la structure, les deux moises venant pincer les pièces de bois entaillées, arbalétriers et poinçon de fermette, dans la partie la plus soumise au vent, sans toutefois travailler en traction. Ainsi, dans ces derniers exemples, on note que cette technique est utilisée pour de petites pièces de bois, alors qu'à Orléans, dès le début du XV^e s., les deux moises traversent tout le comble ce qui démontre une grande maîtrise technique et une bonne perception de la statique de la

42. Pour Fontevraud (Hunot 2004 : 231, Fig. 6) ; pour Bouchemaine, information communiquée par J.-Y. Hunot.

43. Perrault C., *Datation par dendrochronologie : structure en bois de la tour carrée de l'ancien hôpital du Saint-Esprit, à Besançon (25)*, étude financée par l'Église réformée de Besançon et ses environs, CEDRE, Besançon, juin 2008, 38 p. C. Perrault a repéré deux autres exemples semblables en Franche-Comté : la tour du château de Cordiron à Burgille (Doubs) et la tour maîtresse du château de Fondremand (Haute-Saône).

44. Pour les deux églises, les charpentes sont à chevrons-formant-fermes, tandis qu'à Gray, il s'agit d'une charpente à chevrons-formant-fermes munie de pannes (Hoffsummer 2002 : 209 ; Perrault C., Girardclos O., *Datation par dendrochronologie de la charpente de l'église Saint-Jacques d'Illiers-Combray (28)*, étude financée par Service des Monuments Historiques du Centre, CEDRE, Besançon, janvier 2004, 30 p. ; Viscusi-Simonin, Girardclos, Boissard 2003 : 326-327).

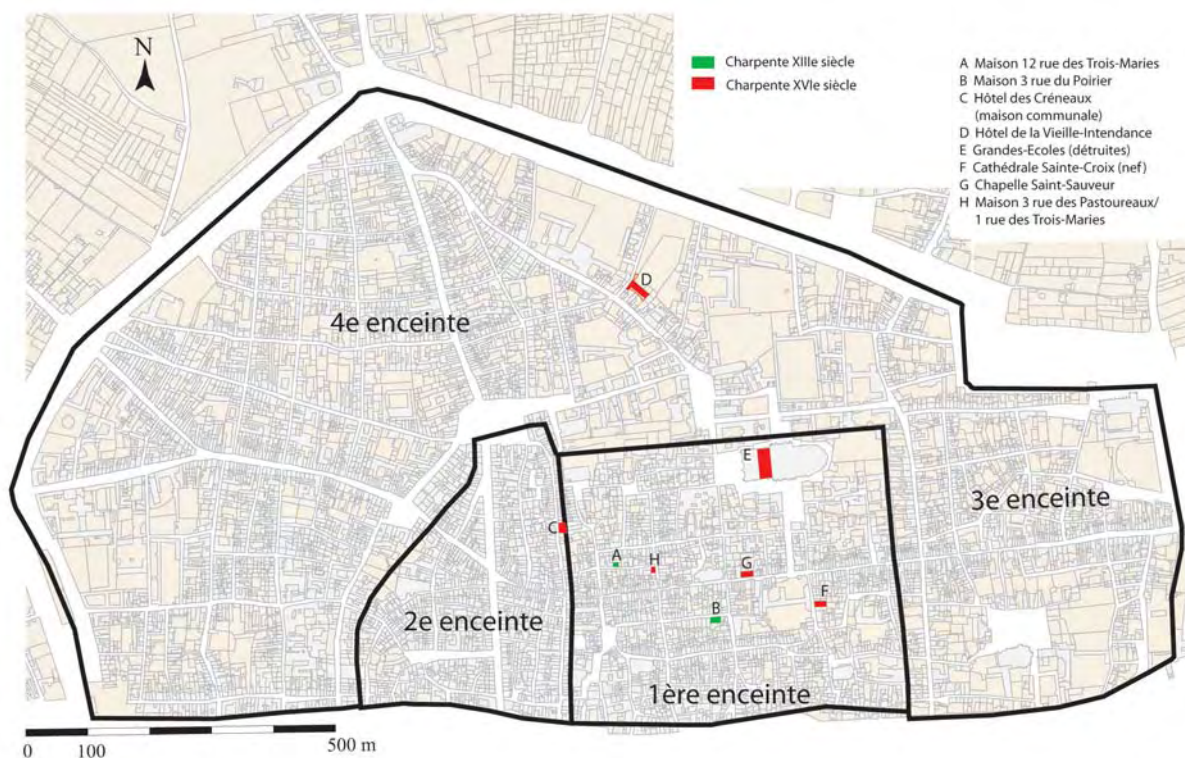


Fig. 29 : Localisation des charpentes à chevrons-formant-fermes (XIII^e et XVI^e s.) sur le plan cadastral de 1823 (C. Alix, J. Noblet d'après fond de plan : Lefèvre 2004).

charpente dès sa conception.

À Orléans, ce système d'entrait retroussé moisé n'a pas été observé dans de grands chantiers, qui auraient pu éventuellement influencer la naissance et la diffusion du procédé ; il semble donc maîtrisé et abouti dès ses premières attestations. Trouverait-il son origine dans l'utilisation des moises appelées flasques ou amoises (Mésange 1753 : vol. 1, 89), qui dès le début du XV^e s. (dans le bras nord du transept de la cathédrale d'Auxerre par exemple) permettent de renforcer le contreventement au niveau de la liaison entre le sous-faîtage et le poinçon ?

Toutefois, il convient de rappeler que l'utilisation de moises afin de renforcer et de solidariser une ferme est attestée dès la fin du XII^e s. dans des charpentes à chevrons-formant-fermes notamment sous la forme de suspentes (aiguilles pendantes), de sous-arbalétriers ou de poinçons moisés soulageant des entrails de forte portée comme à l'hôpital Saint-Jean d'Angers vers 1180 (Hunot à paraître), puis, aux siècles suivants, à la cathédrale Notre-Dame de Paris (début XIII^e s., Hoffsummer 2002 : 183-185, 288-289)⁴⁵ ou à

celle de Sens (XIII^e s., Deneux 1927 : Fig. 9 ; Hoffsummer 2002 : 190), à l'église Saint-Ouen de Rouen (XIV^e s., Deneux 1927 : Fig. 18 ; Hoffsummer 2002 : 201-202, 298-299)⁴⁶... Ces dispositifs se retrouvent aux XV^e et XVI^e s.⁴⁷ – époque à laquelle l'entrait retroussé moisé est mis en place et se généralise à Orléans – par exemple à la cathédrale Notre-Dame de Reims (fin XV^e s., Deneux 1927 : Fig. 12 ; Hoffsummer 2002 : 206), parfois sous la simple forme d'étriers de suspension à clavettes à la jonction du poinçon et de l'entrait (églises parisiennes de Saint-Germain-l'Auxerrois, vers 1425, Deneux 1927 : Fig. 21 ; Hoffsummer 2002 : 215 ; de Saint-Merry, vers 1520, Deneux 1927 : Fig. 27 ; Hoffsummer 2002 : 220) ou de poinçons moisés (églises de Wissembourg et de Walbourg, Bas-Rhin, XV^e s., Hoffsummer 2002 : 194, 196-197).

45. L'auteur précise que la date de mise en place des suspentes n'est pas certaine.

46. Ou sur la charpente à pannes de la grange seigneuriale de Flux à Lailly-en-Val près d'Orléans (vers 1320 ; Bontemps 2006).

47. Et sont même attestés lors de réparations en 1683 à la cathédrale de Rouen (Épauld 2007 : 466-467, 469).

BIBLIOGRAPHIE

ALIX 2007

Alix C. - Aspects de la construction dans l'habitat orléanais (XIII^e-XVI^e siècles), in : *Medieval Europe Paris 2007*, 4^e Congrès international d'Archéologie Médiévale et Moderne, 3-8 septembre 2007, Paris, Institut National d'Histoire de l'Art : 19 p. (<http://medieval-europe-paris-2007.univ-paris1.fr/C.Alix.pdf>).

ALIX à paraître

Alix C. - L'habitat en pan-de-bois d'Orléans à la fin du Moyen Age et à la Renaissance (15^e-début 17^e s.), *Histoire de la construction en pan de bois*, journées d'étude des 21-22 novembre 2008, Troyes, Région Champagne-Ardenne, Maison du patrimoine de la Communauté de l'Agglomération Troyenne.

ALIX, NOBLET 2009

Alix C., Noblet J. - Loiret. Orléans. La salle des Thèses, 2 rue Pothier : bibliothèque de l'Université médiévale, in : *Bull. Monumental*, 167-4 : 358-362.

BONNIN 1980

Bonnin M. - Les maisons à pans de bois, in : *L'architecture civile à Tours des origines à la Renaissance*, Mémoire de la Société Archéologique de Touraine, X, Tours : 63-71.

BONNIN 1998 :

Bonnin M. - Tours (Indre-et-Loire), in : *Cent maisons médiévales en France (du XI^e au milieu du XVI^e siècle)*. Un corpus et une esquisse (dir. Esquieu Y. et Pesez J.-M.), CNRS Éditions, Paris, 1998 : 289-303.

BONTEMPS 1980

Bontemps D. - Un exemple de maison à pans de bois : le 25, rue de la Hallebarde, in : *L'architecture civile à Tours des origines à la Renaissance*, Mémoire de la Société Archéologique de Touraine, X, Tours : 72-80.

BONTEMPS 2006

Bontemps D. - La grange seigneuriale de "l'hébergement" de Flux à Lailly-en-Val au XIV^e siècle, in : *In Situ*, 7, 2006 : 1-25
http://www.revue.inventaire.culture.gouv.fr/insitu/insitu/article.xsp?numero=7&id_article=bontemps-922

CALAME 2004

Calame F. - De la hache à la doloire, une expérience européenne, in : *Bouts de bois - bois de bout, European carpenters* (dir. Calame F.), Die : 90-137.

CARRE, LITOUX, HUNOT 2002

Carré G., Litoux E., Hunot J.-H. - Les Ligneriers à Charentilly (Indre-et-Loire) : du logis à salle basse au manoir du XV^e siècle, in : *Revue Archéologique du Centre de la France*, 41, 2002 : 239-263.

CHARPENTES 1982

Charpentes, volume 4, XVI^e siècle, Album du Centre de Recherches sur les Monuments Historiques, Ministère de la Culture, Paris : 111 p.

CHAZELLES 1997

Chazelle A. - *Les maisons à pan de bois de Bourges*, L'Inventaire, Images du patrimoine, Tours : 56 p.

DENEUX 1927

Deneux H. - L'évolution des charpentes du XI^e au XVIII^e siècle, in : *L'Architecte* : 49-53, 57-60, 65-68, 73-75, 81-89.

DUHAMEL DU MONCEAU 1767

Duhamel Du Monceau H.-L. - *Du transport, de la conservation et de la force des bois*, Delatour, Paris, 1767 : 556 p.

ÉPAUD 2007

Épaul F. - *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, CRAHM, Caen : 613 p.

ÉPAUD, BERNARD 2009

Épaul F., Bernard V. - L'évolution des charpentes d'églises du Val d'Oise, du XI^e au XX^e siècle, in : *Revue archéologique du Centre de la France*, 47 : 1-34 (<http://racf.revues.org/index1205.html>).

FERAUGE 2003

Ferauge M. - *Les charpentes à chevrons suspendus de l'Essonne, une relecture de l'évolution des charpentes médiévales*, mémoire de DEA, M. Baylé dir., Université Paris I-Sorbonne, 63 p.

HOFFSUMMER 2002

Hoffsummer P. (dir.) - *Les charpentes XI^e au XIX^e siècle, typologie et évaluation en France du nord et en Belgique*, Paris, Monum/Éditions du Patrimoine : 376 p.

HUNOT 2001

Hunot J.-Y. - *L'évolution de la charpente de comble en Anjou, du XII^e au XVIII^e siècle*, Patrimoine d'Anjou : études et travaux n° 1, Conseil général de Maine-et-Loire, Service archéologique : 166 p.

HUNOT 2004

Hunot J.-Y. - L'évolution de la charpente de comble en Anjou, XII^e-XVIII^e siècle, in : *Revue archéologique de l'Ouest*, 21 : 225-246.

HUNOT à paraître

Hunot J.-Y. - L'hôpital Saint-Jean d'Angers, un ensemble de charpentes du XII^e siècle, in : Hoffsummer P. (dir.), *Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle, typologie et évolution en France de l'Ouest*, Paris, Monum/Éditions du patrimoine.

LACHIVER 1997

Lachiver M. - *Dictionnaire du monde rural. Les mots du passé*, Paris, Librairie Arthème Fayard : 1766 p.

LEFEVRE 2004

Lefèvre B. - *L'approche historique d'Orléans par la morphologie : état des sources et problématiques*, mémoire de DEA., Gauthiez B. dir., Univ. de Tours, 2 vol., 67 et 111 p.

LE PORT 1979

Le Port M. - Le glossaire du charpentier, in : *Encyclopédie des métiers : la charpente et la construction en bois*, Paris, Librairie du Compagnonnage, t. 2 : 17-86.

JARRY 1936

Jarry E. - Le clocher de la librairie de l'université d'Orléans, in : *Bulletin de la Société Archéologique et Historique de l'Orléanais*, XXIII, n° 235 : 126-131.

MESANGE 1753

Mésange M. - *Traité de charpenterie et des bois de toutes espèces*, Paris, A. Jombert, 2 vol., 463 et 576 p.

ROLAND 2008

Roland I. - L'étude des charpentes comme élément de datation du patrimoine rural : l'exemple genevois, in : *In Situ*, 9 : 1-23
http://www.revue.inventaire.culture.gouv.fr/insitu/insitu/article.xsp?numero=9&id_article=roland-834.

VISCUSI-SIMONIN, GIRARDCLOS, BOISNARD 2003

Viscusi-Simonin V., Girardclos O., Boisnard P. - Un grenier de la fin du Moyen Âge à Gray (70) ? Datations par dendrochronologie et analyse archéologique du bâti et des charpentes, in : *La Franche-Comté à la charnière du Moyen Âge et de la Renaissance 1450-1550*, actes du Colloque de Besançon (10-12 octobre 2002), PUFC, Besançon : 313-342.

Tableau : inventaire de *corpus* des édifices orléanais à charpentes avec entrain retroussé moisé, XV^e–XVI^e siècles

Les édifices sont classés selon l'ordre chronologique de la construction de leur charpente.

N° Inventaire	Adresse du site	Etat de conservation de la charpente	Localisation du comble	Nombre de ferme	Système de fixation des moises	Remarques	Date
1	Orléans, 2 rue Pothier : bibliothèque ou « librairie » de l'Université d'Orléans, dite salle des Thèses	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1	4 clefs en bois ; renfort ajouté en 1539 de 2 boulons	-usage unique de la hache -marques d'assemblages gravées au ciseau différenciant les versants est (I) et ouest (II) -trous de barreaux pour échelle de perroquet sur l'arbalétrier ouest	1421d
2	Orléans, 7 rue Saint-Eloi : maison	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	2	2 clefs en bois, 5 boulons à clavette	-usage unique de la hache -marques d'assemblages gravées différenciant les deux fermes (I et II) -flasques au niveau du sous-faîtage -poinçons assemblés en pied aux entrails	1462d
3	Orléans, 10 cloître Saint-Aignan : hôtel du roi Louis XI	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	6	4 clefs en bois, 2 prisonniers, 2 boulons à clavette	-usage unique de la hache -marques d'assemblages gravées à la rainette du nord au sud prenant en compte les couples de chevrons, et pré-marquage au noir -contremarque sous forme d'un crochet à l'est -poinçon pendant sculpté en forme de culot à moulures prismatiques	1480d
4	Orléans, 6 place du Cardinal-Touchet : habitation du quartier canonial de la cathédrale	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	4	3 boulons à clavette	-usage unique de la hache -marques d'assemblages au noir, numérotation de I à IV du sud au nord, avec 2 crochets de contremarques pour différencier le versant ouest -flasques au niveau du sous-faîtage -poinçon pendant sculpté en forme de culot à moulures prismatiques	fin XV ^e 1 ^{er} quart XVI ^e siècle

8	Orléans, 266 rue de Bourgogne : maison à façade en pan-de-bois	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1 (1 autre ferme se situe à l'est dans la paroi en pan de bois du pignon mais ne comprend pas de moise)	4 clefs en bois, 2 chevilles en bois (arbalétrier sud et poinçon)	-grands côtés des moises placés de chant -usage de la hache, de la scie de long pour le débitage des moises -marques d'assemblage gravées sur les face est des éléments différenciant les versants sud (I) et nord (II) -poinçon pendant dégagé par d'étroits chanfreins	vers 1516d
9	Orléans, 22 rue Saint-Etienne : hôtel du quartier canonial de la cathédrale	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	3	2 clefs en bois. Les éléments de liaison entre les moises et les arbalétriers, ont été supprimés, il s'agissait soit de 2 boulons à clavette, soit de 2 chevilles	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter les 2 moises -marques d'assemblages gravées différenciant les 3 fermes d'ouest en est (I, II, III) ; avec crochet de latéralisation pour les pièces du versant sud -bois en emplois provenant d'éléments d'une paroi en pan de bois (entailles pour hourdis : contrefiches, aisseliers) -poinçons sciés en partie inférieure, mais assemblés à l'origine avec l'entrait	vers 1520- 1530
10	Orléans, 37-39 rue du Bourdon-Blanc : hôtel	conservée en élévation	corps de bâtiment nord L'habitation pourrait correspondre à deux corps de bâtiments d'époque différente réunis derrière une façade unitaire vers 1520-1530. La charpente étudiée ne couvre que le corps de bâtiment nord.	2	non observable	-usage de la hache pour les différentes pièces de bois (traces d'outil des moises non observables) -flasques au niveau du sous-fûtage -poinçon pendant moulurés de larges quarts-de-rond sur leurs faces -échelles de perroquet sur les 2 arbalétriers de chaque ferme -entrants retroussés renforcés dans un second temps près de leur centre par des poteaux avec chapeau et aisseliers.	vers 1520- 1530
11	Orléans, anciennement 4 rue de la Pierre-Percée : maison	détruite (uniquement connue par un relevé de L. Vaudoyer dans DE BAUDOT (A.), PERAULT-DABOT (A), <i>Archives de la Commission des Monuments Historiques</i> , Paris, 1856, t.III, pl. 89.	corps de bâtiment principal	1	au moins 3 boulons à clavette	-poinçon pendant mouluré de larges quarts-de-rond sur ses faces	vers 1520- 1540

12	Orléans, 26 rue Notre-Dame-de-Recouvrance : hôtel de Guillaume Toutin	conservée en élévation (les charpentes de la galerie et du corps de bâtiment nord-ouest de l'hôtel, bien que contemporaines de l'ensemble, ne possèdent pas d'entrain retroussé moisé)	bâtiment antérieur (ouest)	3	2 clefs en bois, 2 prisonniers, 2 chevilles	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter les 2 moises et d'autres éléments des fermes (flasques, liens) -flasques au niveau du sous-faîtage -encoche liée au levage de la ferme sur l'arbalétrier ouest de la ferme nord -poinçons pendants dégagés par d'étroits chanfreins	vers 1535-1537d
			bâtiment postérieur (est)	3 demi-fermes, plus 1 demi-ferme d'arêtier	demi-ferme d'arêtier : 2 prisonniers uniquement	usage de la scie de long pour débiter les 2 moises	entre 1536-1555d
			tourelle d'escalier ouest	enrayure supérieure	2 prisonniers		vers 1538d
			tourelle d'escalier est	enrayure supérieure	2 prisonniers		vers 1539d
13	Orléans, 54 rue de la Charpenterie : maison à façade en pan-de-bois	conservée en élévation mais entrain retroussé supprimé en 1995	corps de bâtiment principal	1	non conservé	non conservé	vers 1530-1540d
14	Orléans : salle Saint-Lazare de l'Hôtel-Dieu	détruite (uniquement connue par un relevé de L. Vaudoyer dans DE BAUDOT (A.), PERAULT-DABOT (A), <i>Archives de la Commission des Monuments Historiques</i> , Paris, 1856, t.III, pl. 93.	corps de bâtiment principal	9	assemblage complété par 6 étriers (ajout ?)	-poinçon assemblés aux entrails, à l'aplomb des colonnes des niveaux inférieurs	vers 1530-1550
15	Orléans, 7 rue de la Pierre-Percée : maison dite de la Coquille	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1 avec 2 niveaux d'entrails retroussés moisés	1 ^{er} entrain retroussé : 4 prisonniers et 3 boulons à clavette 2 ^e entrain retroussé : 2 prisonniers, 3 boulons à clavette	-équarrissage à la doloire mais usage de la scie de long pour débiter certains éléments de la ferme (en quartier : contrefiches, aisseliers) -marques d'assemblages gravées -flasques au niveau de sous-faîtage correspondant sûrement à un renforcement postérieur à la construction -poinçon pendant dégagé par d'étroits chanfreins -2 poutres maîtresses sous le 1 ^{er} entrain retroussé permettant la pose d'un plancher pour créer un 2 ^e niveau de comble	vers 1535-1555d, probablement vers 1543

16	Orléans, 211 rue de Bourgogne : hôtel d'Hector de Sanxerre	conservée en élévation	tourelle d'escalier	enrayure supérieure	2 prisonniers	-usage de la scie de long pour débiter les 2 moises	vers 1544d
17	Orléans, 11 rue Etienne-Dolet : hôtel de Marie Brachet, dit des Chevaliers du Guet	conservée en élévation relevé de L. Vaudoyer dans DE BAUDOT (A.), PERAULT-DABOT (A.), <i>Archives de la Commission des Monuments Historiques</i> , Paris, 1856, t.III, pl. 92.	corps de bâtiment principal	3	2 clefs en bois, 3 boulons à clavette	-marques d'assemblages gravées différenciant les 3 fermes du nord au sud (I, II, III)	après 1547
18	Orléans, 3-5 place de l'Étape : hôtel de Jacques Groslot	conservée en élévation	corps de bâtiment principal, pavillons nord et sud, corps de bâtiment nord-est	11 fermes restituables sur les différents corps de bâtiments (7 fermes subsistent)	2 clefs en bois, 2 boulons à clavette	-équarrissage à la doloire mais usage de la scie de long pour débiter les 2 moises -poinçon pendant sculpté en forme de culot à moulures prismatiques -entaille liée au levage de la ferme sur l'arbalétrier est de la ferme nord	vers 1549-1552
19	Orléans, 25^{bis} rue de l'Ange/ 59 rue des Carmes : maison	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1	2 clefs en bois, 3 chevilles	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter certains éléments (liens) -échelle de perroquet sur l'arbalétrier nord -poinçon pendant moulurés de larges quarts-de-rond sur ses faces	milieu XVI ^e siècle
20	Orléans, 10 rue des Trois-Clefs : maison à façade en pan-de-bois	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	2, plus 1 demi-ferme pour la croupe à l'ouest (cette dernière a disparu mais son entrait retroussé moisé peut être restitué grâce aux 2 mortaises orphelines de la ferme ouest)	2 clefs en bois, 3 boulons à clavette	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter les 2 moises et d'autres éléments des fermes (jambes de force, blochets, etc.) -marques d'assemblages gravées -nombreuses perforations obliques liées au transport du bois -poinçon pendant mouluré de larges quarts-de-rond sur leurs faces	milieu ou 2 ^e moitié du XVI ^e siècle
21	Orléans, 2^{bis} rue Saint-Michel	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1	4 clefs (ou 2 clefs et 2 prisonniers ?) , 2 boulons à clavettes	-grands côtés des moises placés de chant -usage de la hache pour l'équarrissage pour l'ensemble des pièces et de la scie de long pour débiter les 4 décharges (liens) du contreventement longitudinal -marques d'assemblages gravées, différenciant les versants sud (I) et nord (II)	milieu ou 2 ^e moitié du XVI ^e siècle

22	Orléans, 22 rue du Poirier : maison à façade en pan-de-bois	conservée en élévation	corps de bâtiment principal	1	2 prisonniers ; les éléments de liaison entre les moises et les arbalétriers, ont été supprimés, il s'agissait soit de 2 boulons à clavette, soit de 2 chevilles	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter les 2 moises et d'autres éléments des fermes -marques d'assemblages gravées sur la face ouest des éléments différenciant les versants sud (I) et nord (II) -perforations obliques liées au transport du bois -présence de flasques au niveau du sous-faitage -poinçon actuellement scié sous l'entrain retroussé -usage de la scie de long -poinçon pendant au faces moulurés de larges quarts-de-rond	2 ^e moitié du XVI ^e siècle
23	Orléans : chœur de l'église collégiale Saint-Aignan	conservée en élévation relevés de L.-J. Catelain (1946) dans CHARPENTES 1982 (D 4012-4029).	ferme de l'abside	1	-1 ^{er} et 2 ^e entrains retroussés : 4 prisonniers, 2 chevilles -3 ^e entrain retroussé : 2 prisonniers, 2 chevilles	-usage de la scie de long pour le débitage de certaines pièce	Derniers tiers du XVI ^e siècle ? (après 1562)
24	Orléans : chœur de l'église abbatiale Saint-Euverte	conservée en élévation	ferme de l'ancienne abside	1	pour les 2 entrains retroussés : 2 prisonniers, 2 chevilles	-perforations obliques liées au transport du bois	Derniers tiers du XVI ^e -1 ^{ère} moitié XVII ^e siècle ?
25	Saint-Jean-de-Braye, 25 rue de la Fosse-Belaude : manoir de la Fosse-Belaude	conservée en élévation	partie sud du corps de bâtiment principal	1	4 clefs en bois et 3 boulons à clavette	-usage de la hache pour l'équarrissage et de la scie de long pour débiter les 2 moises et d'autres éléments de la ferme (contrefiches) -marques d'assemblages gravées différenciant les versants est (I) et ouest (II) -marques de vente du bois -poinçon pendant mouluré de larges quarts-de-rond sur ses faces	milieu XVI ^e -début XVII ^e siècles ?

