



HAL
open science

Auvergne-Rhône-Alpes / Département de l'Ain (01)

Emilien Bouticourt, Camille Collomb

► **To cite this version:**

Emilien Bouticourt, Camille Collomb. Auvergne-Rhône-Alpes / Département de l'Ain (01). [Rapport de recherche] Archeodunum. 2018. halshs-02296846

HAL Id: halshs-02296846

<https://shs.hal.science/halshs-02296846>

Submitted on 26 Sep 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.



Rapport d'expertise archéologique

Textes - figures - inventaires
Chaponnay - juillet 2018



› Région Auvergne-Rhône-Alpes / Département de l'Ain (01)

AMBRONAY

Abbaye, maison Graven

Charpentes de plancher et de toit

Sous la direction d'Émilien Bouticourt

Collaboration : Camille Collomb

Avertissement

Les rapports de fouille constituent des documents administratifs communicables au public dès leur remise au Service Régional de l'Archéologie, suivant les prescriptions de la loi n° 78-753 du 17 juillet modifiée relative à l'amélioration des relations entre l'administration et le public. Aux termes de la circulaire du 26 mars 1993, ils pourront être consultés ; les agents des Services régionaux de l'archéologie rappelleront à tout demandeur les droits de propriété littéraires et artistiques possédés par les auteurs et les contraintes qui en résultent pour tout consultant. Les prises de notes et les photocopies sont utilisées pour un usage exclusivement privé et non destiné à une utilisation collective (article L122-5 du code de la propriété intellectuelle). Toute reproduction du texte accompagnée ou non de photographies, cartes ou schémas, n'est possible que dans le cadre du droit de courte utilisation, avec les références exactes et complètes de l'auteur et de l'ouvrage. Par ailleurs, l'exercice du droit à la communication exclut, pour ses bénéficiaires ou pour les tiers, la possibilité de reproduire, de diffuser ou d'utiliser à des fins commerciales les documents communiqués (Loi n°78-753 du 17 juillet, art. 10). Le non respect de ces règles constitue un délit de contrefaçon puni par l'article 425 du code pénal.

DÉPARTEMENT DE L'AIN (01)
AMBRONAY, “Abbaye”, maison Graven,
Rapport d’expertise archéologique

Illustration principale de la couverture : les charpentes de la maison Graven

Sous la direction : Émilien BOUTICOURT

Collaboration : Camille COLLOMB

» *Note au lecteur*

- _ Un glossaire des termes techniques est disponible à la fin du document.
- _ Un **d** placé immédiatement après une date signifie que cette dernière a été obtenue par dendrochronologie (CEDRE).
- _ Lorsqu'on donne la section d'une pièce de bois, sa hauteur est toujours indiquée en premier puis sa largeur.
- _ Le terme « plancher » désigne les charpentes horizontales qui séparent les étages de la Maison Graven et de la Tour Dauphine. Le terme de plafond sera employé lorsqu'il s'agira de parler du décor, de l'ordonnement ou du rythme des pièces de bois¹.

1. On reprend ici en quelque sorte le point de vue défendu par E. Viollet-le-Duc dans son Dictionnaire où il indique qu'au Moyen Âge « c'était la construction du plancher qui donnait la forme et l'apparence du plafond » : VIOLLET-LE-DUC 1854-1868, vol. 7, p. 198.



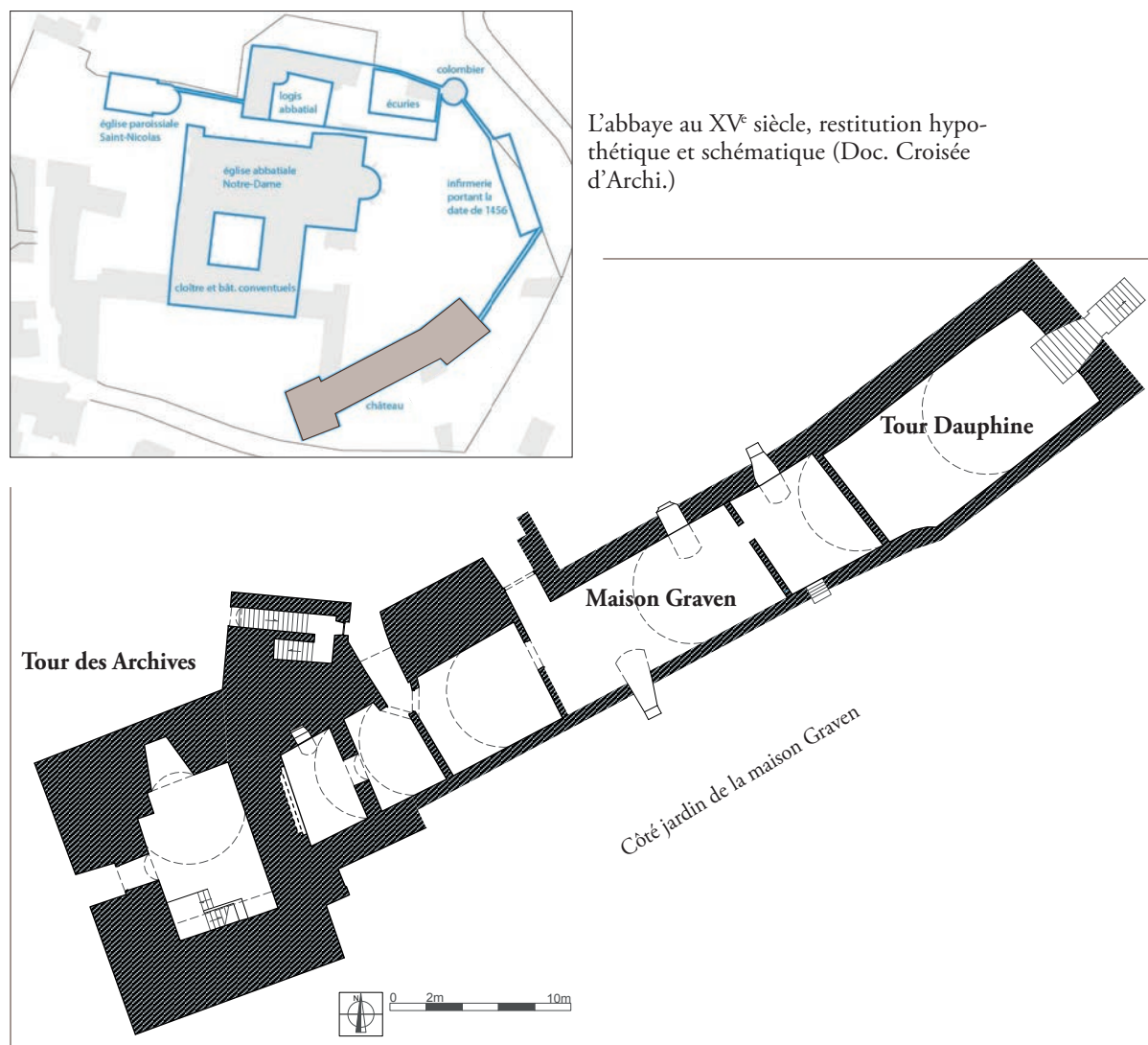
SOMMAIRE

■ Textes et figures.....	7
1 - Introduction.....	9
2 - Les planchers.....	11
2.1. Leur structure.....	11
2.2. Les planchers et les niveaux de construction	13
2.2.1. La Maison Graven.....	13
2.2.2. La Tour Dauphine.....	17
2.3. Les planchers et les murs de refend	17
2.3.1. La Maison Graven.....	17
2.3.2. La Tour Dauphine.....	19
3 - La charpente de la maison Graven.....	21
3.1. La structure	21
3.2. Le marquage.....	23
4 - Le travail du bois.....	25
5 - Bibliographie.....	27
■ Inventaires et annexes	29
Annexe 1 : Inventaire des photographies numériques.....	30
Annexe 2 : Rapport dendrochronologique	32
■ Glossaire des termes techniques.....	51

1



Textes et figures



L'abbaye au XV^e siècle, restitution hypothétique et schématique (Doc. Croisée d'Archi.)

Fig. 1. Maison Graven flanquée de la Tour Dauphine et de la Tour des Archives.

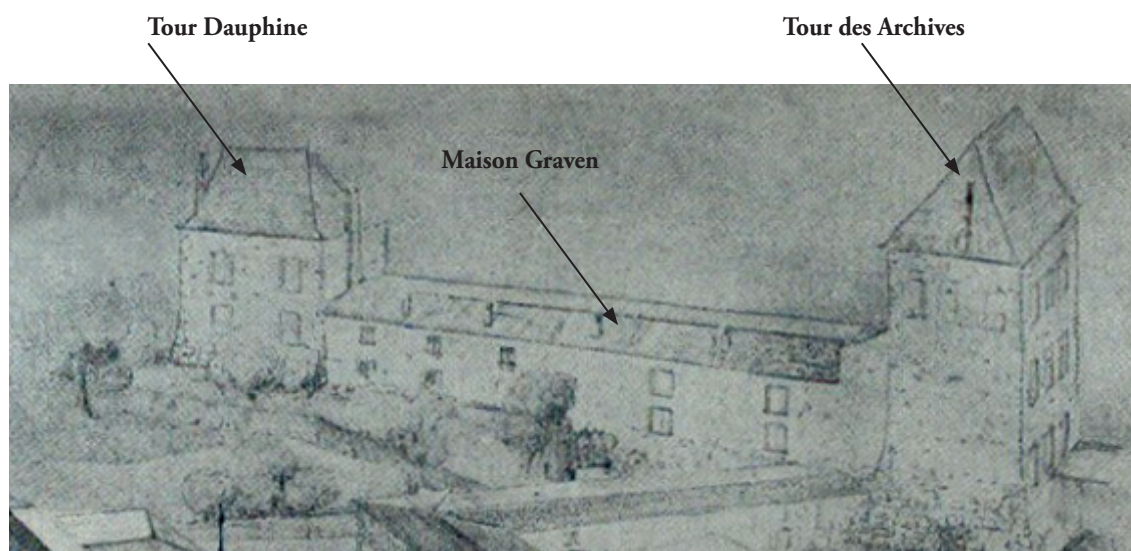


Fig. 2. Maison Graven, la tour Dauphine et la tour des Archives - Détail de la vue cavalière de l'abbaye d'Ambronay - Altmeyer. Extrait du congrès archéologique de France XCVIII^e session)



1 - INTRODUCTION

La Maison dite «Graven» située dans l'enceinte de l'abbaye d'Ambronay fait l'objet d'une étude préalable en vue de sa restauration et de sa réhabilitation (**fig. 1 et 2**). Le département de l'Ain a confié la maîtrise d'œuvre de cette opération à l'architecte Richard Goulois (Croisée d'Archi). Dans ce cadre, une **expertise archéologique** (Archeodunum) **et dendrochronologique** (CEDRE) **des planchers de la maison Graven et de sa charpente de toit** a été souhaitée. Elle concerne également **le plancher de la Tour Dauphine** qui flanque l'extrémité EST de la maison. L'objectif défini était de préciser la chronologie de l'ensemble de ces ouvrages charpentés dont les murs porteurs sont mitoyens et de **déterminer si leur mise en œuvre appartient à un même réaménagement**. Les ouvrages charpentés de la Tour des Archives n'intègrent pas, en revanche, ce projet dans la mesure où ce corps de bâtiment a déjà fait l'objet d'une précédente restauration. Le second objectif était aussi de **mieux connaître ces ouvrages en bois**, tant du point de vue de leur technique, que de leur typologie et de leur relation avec les élévations maçonnées afin de renseigner plus généralement la construction de cette partie de l'abbaye.

Le plancher et la charpente de la Maison Graven se développent sur environ 35 m de long, entre les deux tours du XIV^e siècle qui la flanquent. Cette maison serait, en effet, implantée à l'emplacement de l'ancienne courtine d'un système défensif, désigné château, visant à protéger l'abbaye des conflits qui opposaient le comté de Savoie et le Dauphiné. Au XV^e siècle, ces éléments de mise en défense ont été intégrés à l'établissement religieux. En 1651, lorsque la congrégation de Saint-Maur prit possession des lieux, l'ordre s'accommoda des bâtiments conventuels préexistants (église, salle capitulaire). Les religieux ne s'interdirent pas pour autant de modifier l'ancien dortoir en cellules pour les moines et d'aménager un nouveau réfectoire et une nouvelle cuisine dans le prolongement de la salle capitulaire. À l'emplacement de la Maison Graven se trouvait à cette époque l'infirmerie érigée contre les remparts¹. Un plan de l'abbaye dressé en 1662 signale le mauvais état de cette partie de l'abbaye ; il indique également que la Tour Dauphine doit être « démolie par ordre du roy ». Au XVIII^e siècle, de grands travaux sont entrepris. La tour détruite doit être reconstruite ainsi que la maison Graven (aile est).

L'étude archéologique des planchers et de la charpente attestent que c'est dans cette phase de **travaux attribuables au XVIII^e siècle que se place la mise en œuvre de ces ouvrages en bois, tant dans la Maison Graven que dans la Tour Dauphine**. Les analyses dendrochronologiques réalisées sur les planchers et les charpentes indiquent **un abattage des bois entre 1704 et 1715d**. On est donc en mesure de penser que l'ensemble des travaux menés par les Mauristes sur cette partie de l'abbaye étaient achevés ou en passe de l'être dans la seconde décennie du XVIII^e siècle.

1. A.-F. DOUARD-ROUSSEL 2010, p. 96.



2 - LES PLANCHERS

2.1. Leur structure

Le plafond de la Maison Graven et celui de la Tour Dauphine ont **tous les deux été élaborés selon les mêmes caractéristiques techniques (fig. 3 et 4)**. Leur structure se compose de puissantes poutres directement ancrées dans les maçonneries, aucun support (corbeau, console...) ne prolonge leur appui au-delà des murs. Elles soutiennent un dispositif de plafonds « à la française » qui se caractérise par un solivage relativement serré. Ce type de plafond est évoqué dans les traités de charpentes dès le XVII^e siècle² dont l'une des spécificités est d'être construit avec un solivage réparti avec « autant de plein que de vide³ ». À Ambronay, le solivage ne suit pas scrupuleusement ce précepte, car les entrevous sont plus importants (entre 14 et 19 cm) que la largeur des solives (9 cm). Pour autant, il s'agit bien de plafond à la française. En effet, cette entorse au principe architectural édicté par les traités est quelque chose que l'on constate quasi systématiquement. Elle a pour avantage de réduire le nombre de solives sans pour autant nuire à la résistance de la structure et ainsi de réaliser une économie tant sur le bois que sur la main d'œuvre employée à leur confection, puis à leur réalisation.



Fig. 3. Tour Dauphine, structure de plancher partiellement détruite, vue de l'est.



Fig. 4. Maison Graven, plancher, vue depuis l'est.

2. LE MUET 1623, p. 2, SAVOT 1624.

3. LE MUET 1623, p. 2.



Fig. 5. Tour Dauphine, poutres encochées
pour recevoir les solives.



Fig. 6. Maison Graven, ais d'entrevous
placés parallèles aux solives.

Les dimensions des pièces de bois des deux structures sont également similaires. Les poutres présentent une section plus haute que large de 45 par 35 cm en moyenne. Elles sont entaillées au niveau de leurs arêtes supérieures pour porter les extrémités de chaque solive (**fig. 5 et 6**). Ces dernières de 10 cm de haut par 9 cm de large s'emboîtent dans les poutres sans aucune fixation, ni clou, ni cheville. Le solivage ainsi pris dans leurs encoches a pour effet de réduire la hauteur des poutres et donne le sentiment qu'elles sont de profil carré (35 par 35 cm). Cette solution avant tout esthétique n'est pas forcément un dispositif technique bien recommandé par les traités de charpente, car il a pour effet de fragiliser la solidité des poutres. Ainsi, L. Savot, dans son ouvrage de 1624, indique qu'« il ne faut pas entailler les solives dans les poutres » afin de garantir « plus de force et de beauté aux poutres⁴ ». Quelle que soit cette recommandation, la structure des plafonds de la Maison Graven et de celle de la Tour Dauphine ne présentent pas de désordres particuliers en lien avec les encoches faites dans les poutres. Les seules destructions visibles sont dues aux infiltrations d'eaux de pluie qui ont entraîné le pourrissement des pièces de bois de la Tour Dauphine. Dans les deux bâtiments de l'abbaye, les plafonds sont fermés par des ais d'entrevous disposés parallèlement aux solives permettant de constituer le sol du comble de la Maison Graven et le sol de l'étage de la Tour Dauphine.

À ce niveau supérieur, les deux planchers se singularisent. En effet, dans la Maison, les poutres ont une double fonction. Outre leur fonction de poutres, elles sont aussi les entrails à la charpente à fermes et pannes. La structure de ce toit à faible pente (24°) forme **un comble perdu quasiment impraticable**. À l'inverse, le plancher de la Tour Dauphine reste très conventionnel. Il servait seulement à soutenir le sol du niveau supérieur accessible depuis un escalier droit. Quant à sa charpente elle se développe encore plus haut, à partir de ses entrails situés 4,60 m plus haut au-dessus du plancher.

4. SAVOT 1624, p. 155 et 156.

2.2. Les planchers et les niveaux de construction

2.2.1. La Maison Graven

Le **plancher de la Maison Graven** se trouve au troisième niveau de ce long corps de bâtiment orienté OUEST-EST⁵ (fig. 7 et 8). Ce dernier, de plan barlong de 33,60 m de long par 12 m de large en moyenne, culmine entre 9,60 m et 11,30 m de haut selon le pendage du terrain (faîtage : 279,75 m NGF).

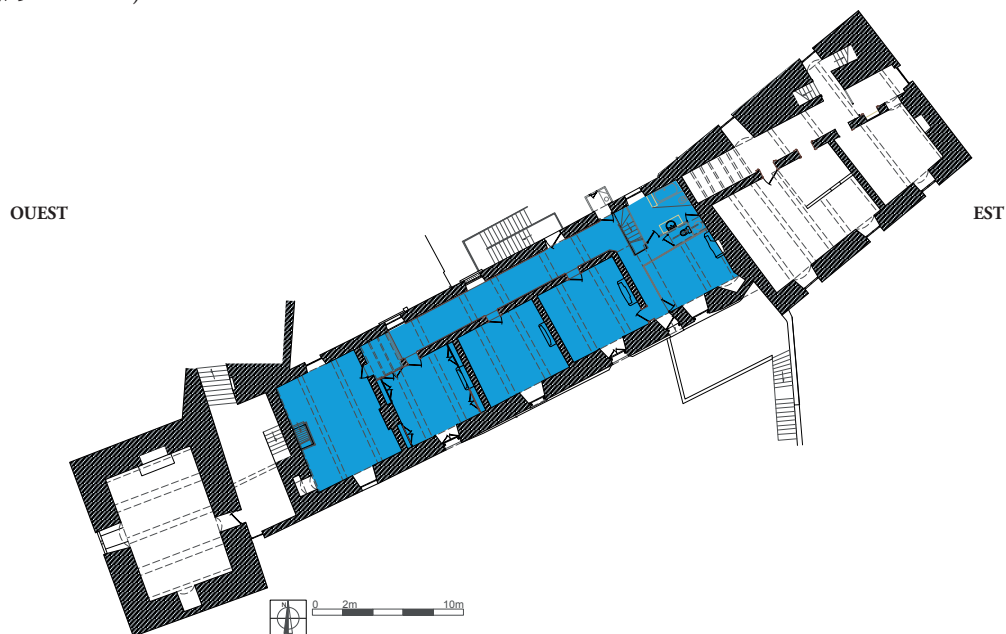


Fig. 7. Maison Graven, plan du niveau 3. Éch. 1/500.

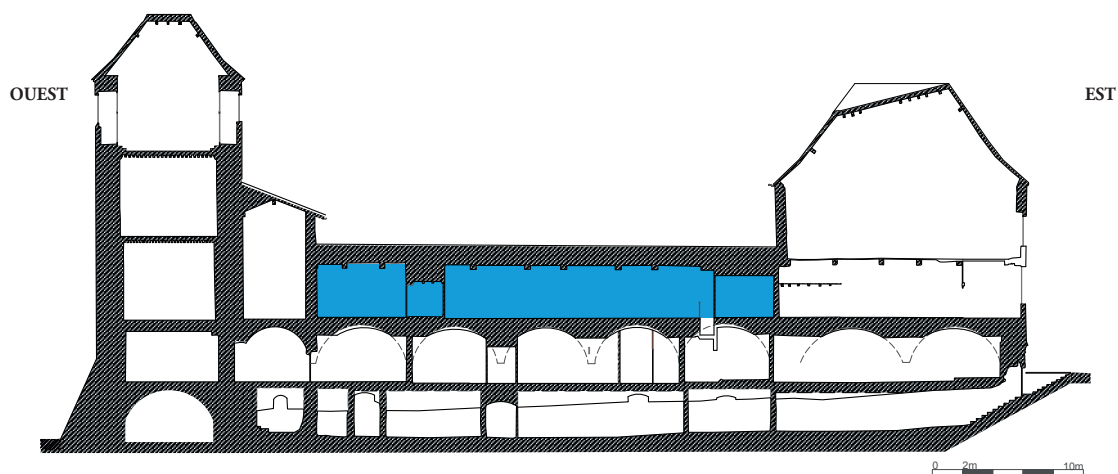


Fig. 8. Maison Graven, coupe ouest-est. Éch. 1/500.

5. Pour faciliter la lecture, on est parti du principe que le bâtiment est parfaitement orienté selon les quatre points cardinaux, alors que son axe principal est SUD/OUEST - NORD/EST.

- » **Le premier niveau** de la maison est une cave couverte par des voûtes en berceau, accessible de plain-pied à l'extrémité ouest du bâtiment et enterrée à l'ouest (**fig. 8**). L'examen de **la retombée de ces voûtes dans les murs indique qu'elles ont été installées dans des élévations préexistantes (fig. 9)**. Ces dernières conservent le même type de maçonnerie caractérisée par un mortier de construction contenant une importante quantité de gros graviers. Maçonnerie que l'on retrouve également dans l'épaisseur des parties basses des murs des deux tours. L'intrados des voûtes conserve les empreintes de planches (couchis) du coffrage installé lors de leur réalisation. Le mortier qui porte ces traces de cintre se retrouve également dans l'embrasure et le couvrement des baies percées dans la même phase de travaux dans le mur NORD de la maison. Ce mortier appliqué à la truelle sur les parements des **ouvertures a été gravé, à plusieurs reprises, du millésime 1707 (fig. 10)**, date contemporaine de celles obtenues par dendrochronologie sur les bois du plancher et de la charpente de la maison. On est donc en mesure d'envisager dès à présent **un réaménagement complet, dans la première décennie du XVIII^e siècle, de l'ancien système défensif.**



Fig. 9. Maison Graven, niveau de cave, voûte en berceau, retombée dans le mur NORD.



Fig. 10. Maison Graven, mur nord, porte d'accès aux caves, embrasure, millésime 1707.

» *Le second niveau* est également voûté, mais ici c'est une succession de cinq voûtes d'arêtes sur consoles qui couvrent le plan barlong de la maison (**fig. 8**). La présence d'un enduit sur les parements ne permet pas, dans le cadre de cette intervention, de reconnaître comme au niveau inférieur, si les murs précèdent la mise en place du système de voûtement. Toujours est-il que la typologie des arcs surbaissés des voûtes et les consoles qui les portent concourent à envisager que ces **voûtes d'arêtes appartiennent à la même phase de travaux du XVIII^e siècle**. Il est probable que, comme au niveau des caves, les murs appartiennent à la construction du Moyen Âge. De l'extérieur, l'enduit de faux-appareil caractéristique du XVIII^e siècle masque la maçonnerie et condamne actuellement la possibilité de repérer les limites exactes des murs préexistants (**fig. 11**). On peut cependant sans prendre trop de risque envisager que la maçonnerie médiévale est conservée sur toute la hauteur de l'empanchement taluté du mur NORD de la maison, soit sur environ 5,60 m de haut. Le sommet du talus du mur se trouve à 271,80 m NGF.



Fig. 11. Maison Graven, mur NORD à l'angle de la Tour des Archives, entrée des caves.

- » **Le troisième niveau** fait également partie des réaménagements du XVIII^e siècle. Il se distingue par son plafond en bois qui rompt avec les puissantes voûtes des deux niveaux inférieurs (**fig. 12 et 13**). Ce plancher a été implanté au sommet des murs gouttereaux de la maison sans que l'on puisse établir si les maçonneries, qui portent à cette hauteur les poutres, sont antérieures au XVIII^e siècle. Ces poutres ont une double fonction, puisqu'elles sont aussi les entrails de la charpente du toit. L'analyse dendrochronologique des poutres du plancher et de la charpente montre qu'elles appartiennent à un stock de bois **constitué sur trois années et mis en œuvre en 1707** au plus tôt. Mais, cette même date inscrite dans le mortier des embrasures de plusieurs baies après leur percement dans le mur médiéval tend à **retenir l'année 1707 comme la période marquant la fin du chantier de la reconstruction de l'infirmerie mauriste**, aujourd'hui Maison Graven.



Fig. 12. Maison Graven, couloir NORD, plancher.



Fig. 13. Maison Graven, salle aménagée et desservie par le couloir.

2.2.2. La Tour Dauphine

Le plancher de la Tour Dauphine se développe au-dessus de deux niveaux voûtés, à l'instar de la Maison Graven ; le premier en berceau, le second d'arêtes (**fig. 14 et 15**). Si aujourd'hui ces deux corps de bâtiment sont isolés l'un de l'autre, il paraît évident que **leurs voûtements appartiennent à une même phase de travaux**. Cette évidence se voit tant d'un point de vue des caractéristiques architecturales et typologiques des voûtes que **des niveaux de sols**. En effet, ces derniers correspondent de part et d'autre du mur de refend implanté entre la Maison Graven et la Tour Dauphine. Les écarts de quelques centimètres sont dus aux réaménagements récents (parquets). Comme pour la Maison Graven, **les voûtes ont été construites entre les murs médiévaux pré-existants du système défensif** datés du début du XIV^e siècle. Les murs anciens ont été reconnus sous le niveau du plancher où l'élévation conserve une maçonnerie de blocage et un mortier très spécifique comprenant une charge important de sable, riche en gros graviers.

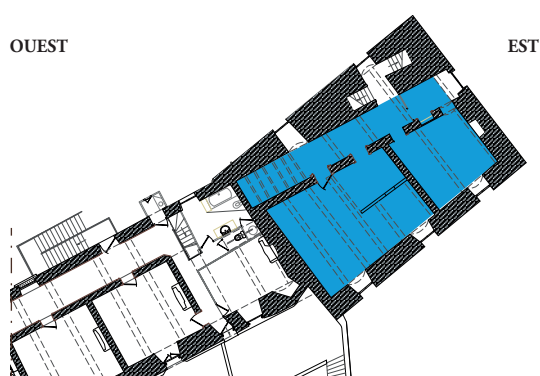


Fig.14. Tour Dauphine,
plan du niveau 3. Éch. 1/500.

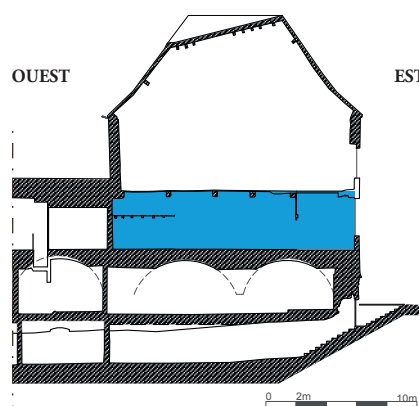


Fig. 15. Tour Dauphine,
coupe OUEST-EST. Éch. 1/500.

2.3. Les planchers et les murs de refend

Les **deux planchers sont contemporains des murs de refend** qui se trouvent sous leur structure. Ils donnent ainsi précisément l'organisation des espaces intérieurs des bâtiments (**fig. 16**).

2.3.1. La Maison Graven

Dans **la Maison Graven**, la restitution du plan d'origine démontre que les onze poutres et deux de rives couvraient initialement les cinq salles et le long couloir qui les dessert. Les poutres sont d'une seule longueur, environ 7,40 m. Le mur de refend longitudinal (couloir) leur sert seulement d'appui intermédiaire permettant ainsi de rigidifier la structure du plancher. Lorsqu'on se trouve dans le couloir, les poutres définissent onze travées irrégulières (*cf. tableau*). Cette organisation peut surprendre, car en principe lorsqu'un plafond est continu, les travées sont égales. À l'inverse,

l'organisation du plan du plafond apparaît parfaitement symétrique dès l'instant que l'on se trouve dans les salles. Ainsi dans chaque salle, les poutres définissent trois travées ; deux étroites sur les côtés (env. 1,45 m) et une centrale plus importante (env. 2,25 m). Elles s'organisent en fonction de la fenêtre centrale de chaque salle, donnant sur le jardin (SUD). Les constructeurs ont ainsi privilégié l'organisation des espaces d'habitation à celui de distribution. Les travées paires (T2, T4, T6, T8 et T10), les plus étroites sont marquées de trois ouvertures : deux fenêtres ménagées dans les murs gouttereaux et une porte d'accès aux salles.

Cette distribution très spécifique des poutres et des ouvertures indique de manière certaine que **le plancher de 1707d est contemporain des murs de refend et du plan de distribution de la Maison Graven.**

Travée	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Largeur	1,53 m	2,12 m	3,21 m	1,80 m	3,17 m	2,06 m	3,25 m	2,06 m	3,25 m	2,16 m	1,51 m

Dimensions des travées du couloir de la maison Graven

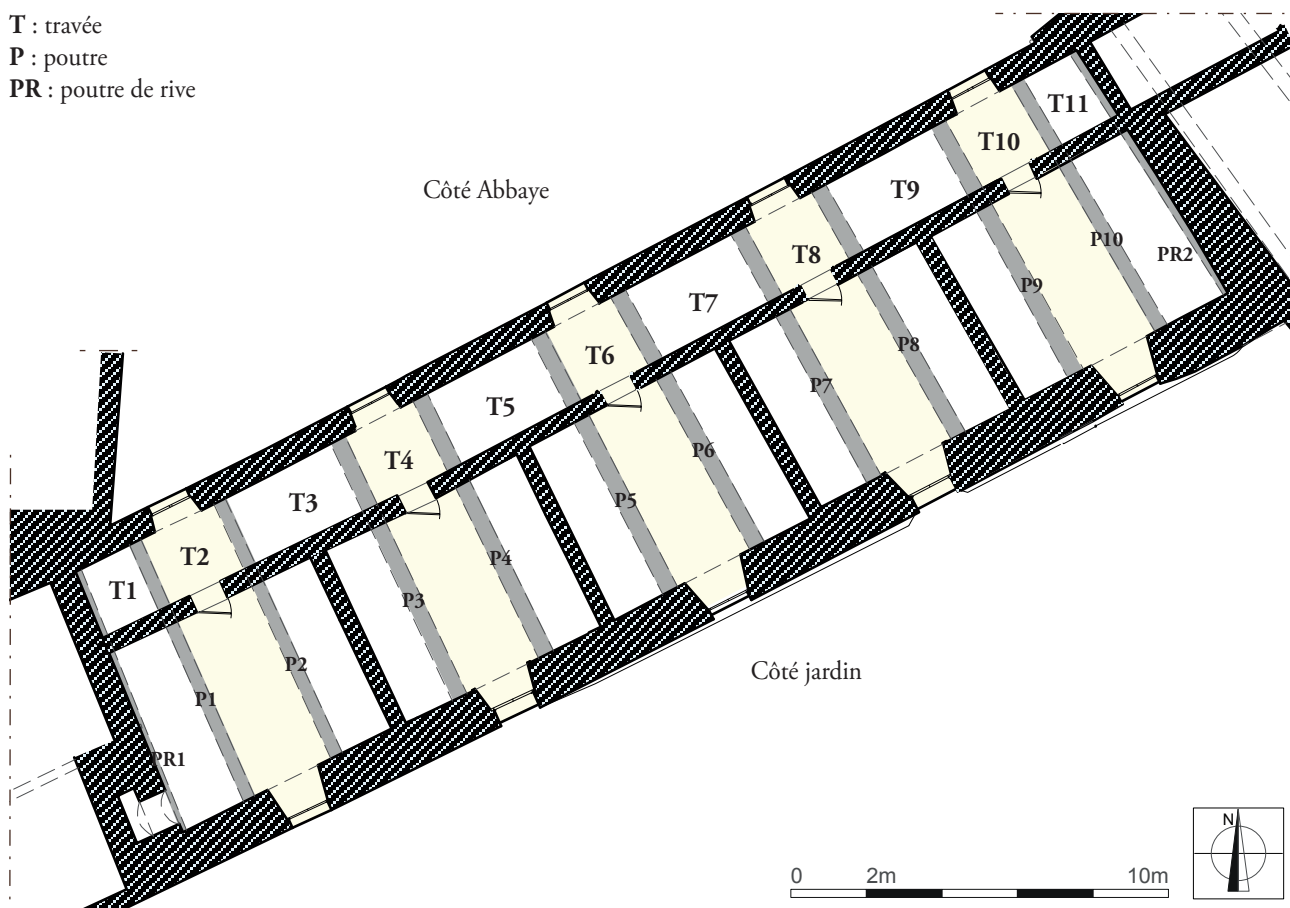


Fig. 16. Maison Graven, plancher, restitution du plan général (poutres, murs de refend, baies). Éch. 1/200.

2.3.2. La Tour Dauphine

Dans **la Tour Dauphine**, le plancher comprend six poutres, dont deux de rives adossées aux murs OUEST et EST. Sur cette structure porteuse, le solivage s'organise de part et d'autre de deux murs de refend formant un couloir en biais par rapport aux murs extérieurs de la Tour (**fig. 17 et 18**). Les solives boiteuses, dont les extrémités sont reprises par le mur de refend, indiquent qu'elles ont été installées pour en suivre l'angle. De même dans l'espace de couloir, les solives sont réparties selon les deux murs qui délimitent cet espace de circulation. Ces éléments attestent que **la mise en place du plancher en 1715d a été faite en fonction des murs de refend**. L'étude des mortiers de ces



Fig. 17. Tour Dauphine, organisation des solives en fonction du mur de refend longitudinal.

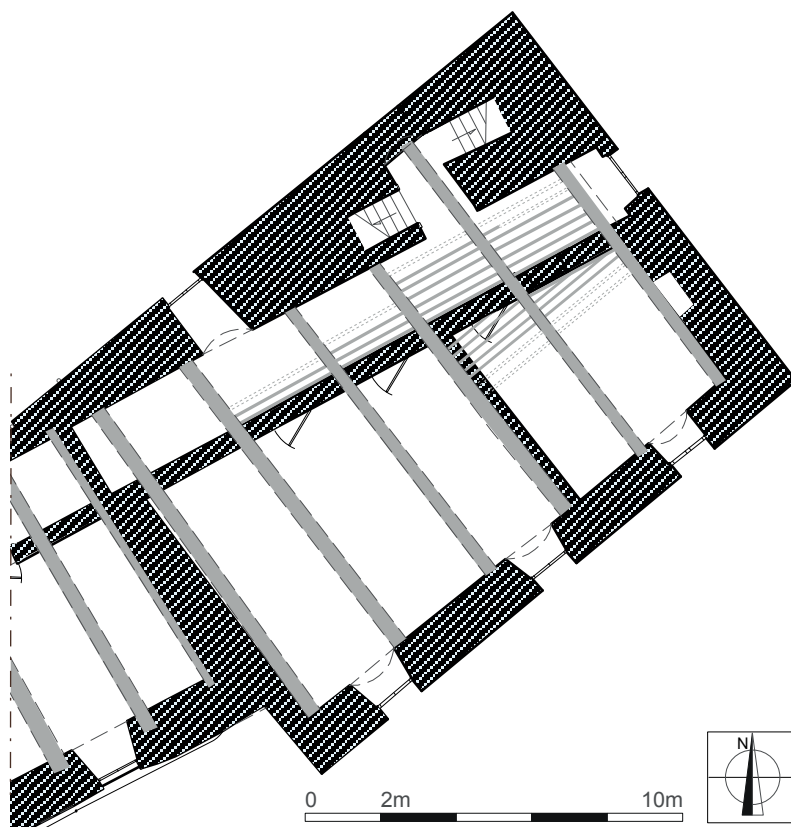


Fig. 18. Tour Dauphine, plancher, restitution du dispositif d'origine. Éch. 1/200.

murs (fins, gris) indique qu'ils appartiennent à un état moderne du bâtiment et laissent entendre qu'**ils ont été construits dans la même phase de travaux** que le plancher de la Tour.

Le couloir de la Maison Graven et celui de la Tour Dauphine **formaient initialement un seul et même grand organe de circulation longeant la façade NORD des deux corps de bâtiment (fig. 19)**. Une porte murée est donc sans doute à découvrir entre la maison et la Tour. Les huit années (entre 1707 et 1715d) qui séparent l'abattage des chênes utilisés pour la réalisation des deux planchers montrent que celui de la Tour appartient une extension de celui mis en œuvre dans la maison.

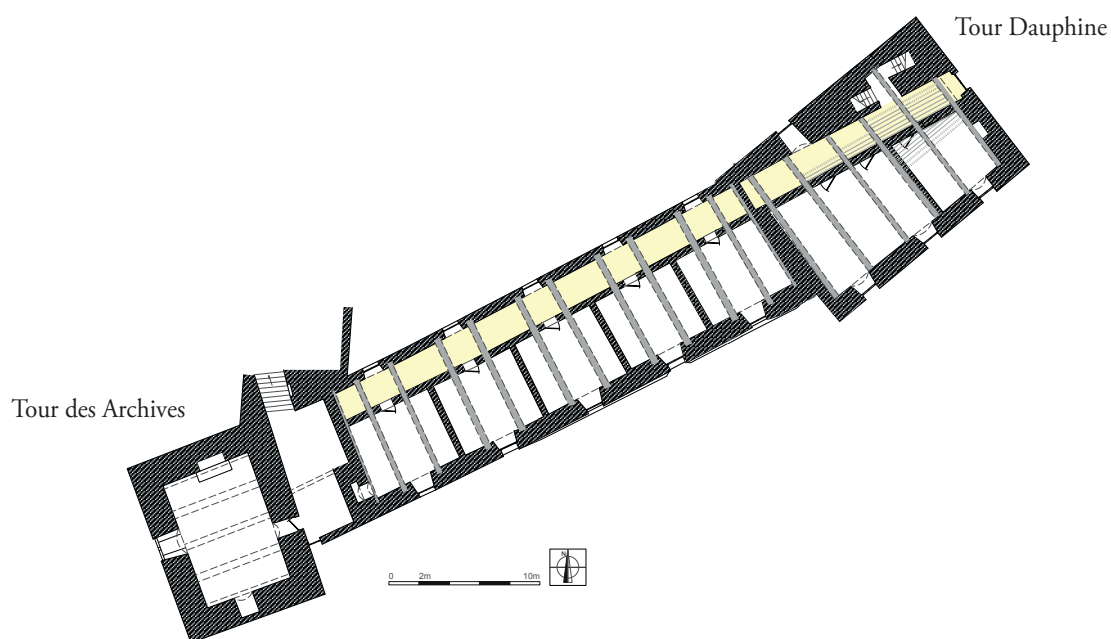


Fig. 19. Tour Dauphine, organisation des solives selon le mur de refend longitudinal. Éch. 1/500



3 - LA CHARPENTE DE LA MAISON GRAVEN

La charpente de toit de la Maison Graven se développe sur l'ensemble de ce corps de bâtiment, compris entre la Tour des Archives, à l'ouest, et la Tour Dauphine, à l'est (fig. 20). Le stock de chêne, employé pour sa réalisation, a été constitué sur trois années et **mis en œuvre au plus tôt en 1707** (cf. Annexe 2). Cette date, que l'on a également retrouvé inscrite sur le mortier de la voûte de la cave, marque sans aucun doute une importante phase de chantier menée sur la maison, voire l'achèvement des travaux.



Fig. 20. Maison Graven, comble dont les entrails forment aussi les poutres du plancher qui se développe en dessous.

3.1. La structure

La charpente de la Maison Graven abrite un comble perdu dans la mesure où il est impossible de se tenir debout sous le toit. Elle est relativement bien conservée à l'exception de plusieurs entrées d'eau qui, faute de réparation, pourraient rapidement causer de lourds désordres. Dans le comble, le sol est jonché de nombreux fragments de tuiles laissés à la suite d'anciens travaux de couverture. Un rapide examen de ces débris de toiture n'a pas livré de tuile digne d'intérêt.

La charpente de la Maison Graven est **un ouvrage à fermes et pannes**. Elle comprend dix fermes divisant le plan de la structure en onze travées irrégulières, de même largeur que celles du plancher (cf. Tableau). La charpente présente, en effet, la particularité d'appartenir à la même structure que celle du plancher qui couvre le troisième niveau de l'habitation. Ainsi, les poutres

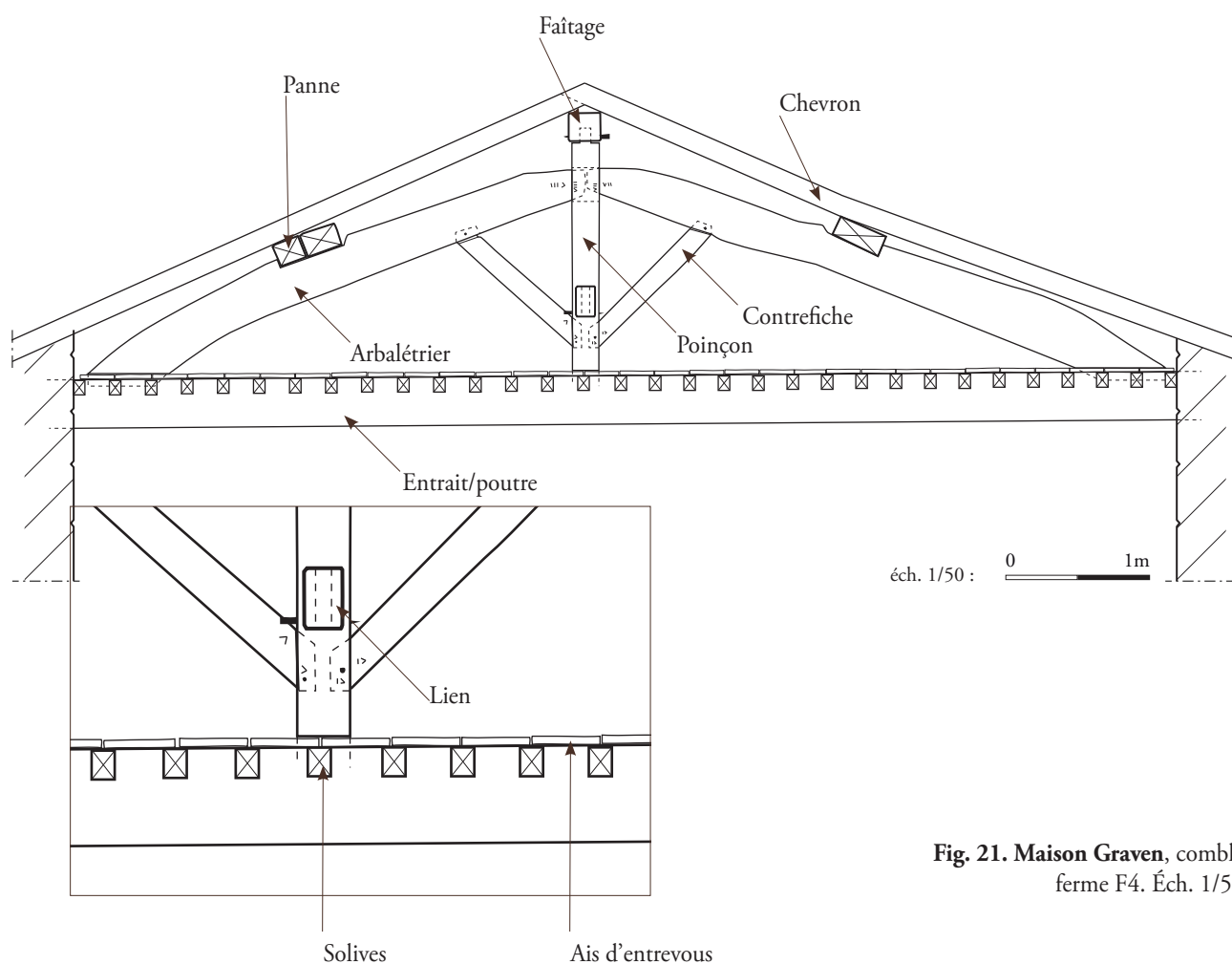


Fig. 21. Maison Graven, comble, ferme F4. Éch. 1/50.

du plancher forment aussi les entrails des fermes qui soutiennent la couverture de tuiles rondes. Chaque ferme se compose donc d'un entrait, d'un poinçon, d'un couple d'arbalétriers raidis par une paire d'aisseliers. Tous les assemblages sont à tenons et mortaises.

Les entrails de section rectangulaire (de 46 cm par 34 cm) sont directement ancrés dans les murs gouttereaux sans l'intermédiaire de sablières. Long de 7,25 m en moyenne, ils sont soutenus par les murs de refend au 2/3 de leur portée. Ces murs ont sans doute un rôle non négligeable dans la stabilité de l'ensemble, car les entrails ont également à supporter le plafond formé de solives et de ais d'entrevous destiné à isoler l'habitation du comble. Les couples d'arbalétriers s'assemblent en pied dans les entrails et sont réunis en tête dans un poinçon. Ils forment les deux versants du toit inclinés à 24° et servent de support à deux cours de pannes. Ces derniers ont été placés dans des encoches creusées au centre de chaque arbalétrier. Le dispositif de pannes est complété par un cours de faitage, installé sur la tête du poinçon de chaque ferme, afin de reprendre le chevronnage et le poids des tuiles. Les pannes et le faitage, renforcé par un lien oblique, assurent le contreventement de la charpente. Dans cette charpente, seuls les tenons-mortaise de ces pièces installées pour éviter la déformation des fermes (faitage, contrefiches, liens) sont chevillés. Les autres pièces, comme les arbalétriers, sont simplement emboîtés dans les poinçons. La puissance des pièces de bois et des assemblages assure le maintien des éléments entre eux.

3.2. Le marquage

Un système de marquage est conservé sur chaque ferme (**fig. 22 et 23**). Il est **formé de bâtons I, de V et de X** combinés entre eux pour exprimer une valeur numérique, reprenant le principe des chiffres romains. Ainsi, on trouve par exemple inscrit sur les bois les marques XV ou XI. Elles se différencient toutefois de la numérotation antique, car dans le système employé par les charpentiers les chiffres s'additionnent systématiquement quel que soit le sens d'écriture. Ainsi, les marques IX ou XI inscrites sur la ferme 7 ont la même valeur, à savoir 9. Ce principe récurrent sur les chantiers de charpente, depuis le XIII^e siècle, a pour avantage de permettre aux charpentiers d'identifier la bonne marque quel que soit le sens de lecture du chiffre lors de la manipulation des pièces de bois au moment du montage. Cette solution n'évitait pas certaines erreurs comme on pourra en discuter plus loin.

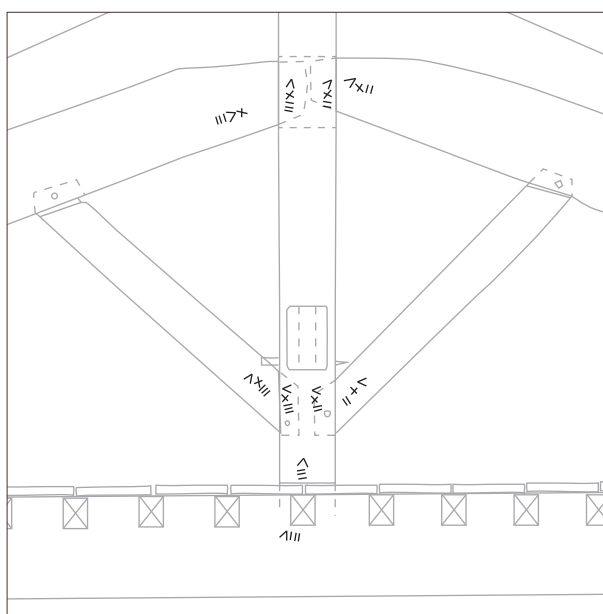


Fig. 22. Maison Graven, ferme 4, face OUEST, poinçon et contrefiches marqués XVII (17) et XVIII (18), pied de poinçon et entrain marqués VIII (8).



Fig. 23. Maison Graven, ferme 4, face OUEST, poinçon et contrefiches marqués XVII (17) et XVIII (18), pied de poinçon marqué VIII (8).

Les marques ont été exécutées à l'aide d'un ciseau à bois frappé perpendiculairement sur la face des pièces des fermes. Elles mesurent 2,5 cm de haut, ce qui correspond à la largeur de la lame du ciseau. Ces marques ont été réalisées lorsque les bois étaient posés à plat sur l'épure tracée au sol. Elles se trouvent donc sur la face de référence (face d'établissage) établis par les charpentiers lorsque ces derniers se tenaient debout et dominaient leur plan de travail. Dans le comble (**fig. 24**), on retrouve ce marquage sur la face EST des fermes situées aux deux extrémités de la charpente (F1-3 et F8-10), et sur la face OUEST des quatre fermes médianes (F4-7). Cette répartition correspond visiblement à l'ordre de levage des fermes puis de leur montage dans le comble. On n'est pas en mesure, en revanche, de préciser si le chantier a débuté par les fermes dont le marquage s'est retrouvé côté OUEST ou côté EST.

Les marques sont situées à proximité des assemblages sur chacune des pièces à joindre. Ainsi, la marque XVIII (ferme 4) a, par exemple, été inscrite sur l'about de l'arbalétrier NORD et sur le poinçon pour servir de repère au moment du montage. Dans ce système, pour ne pas inverser dans une même ferme les pièces de bois fonctionnant par paire (arbalétriers, contrefiches), les

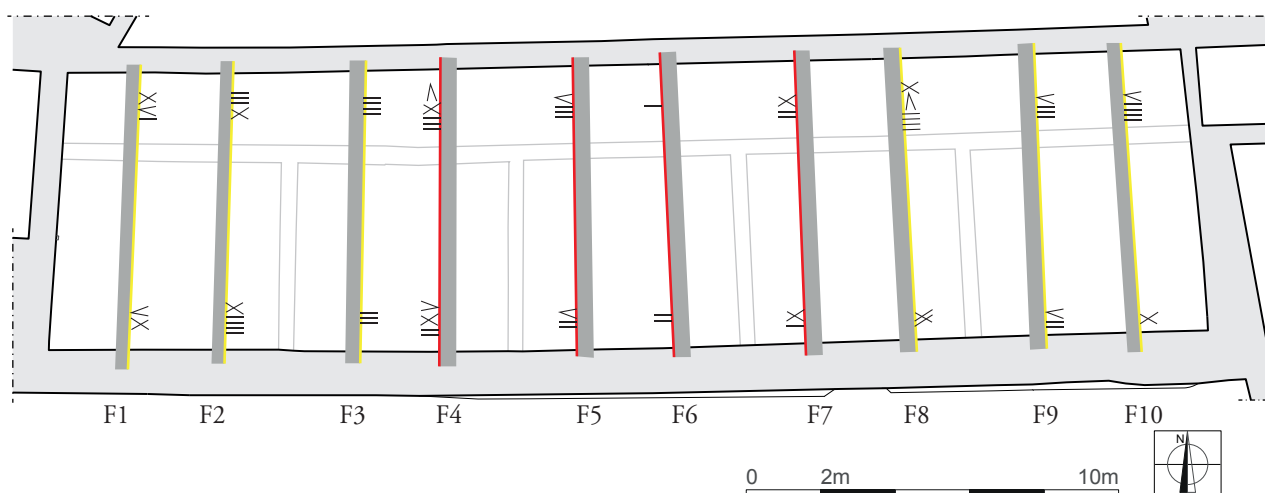


Fig. 24. Maison Graven, localisation des marques selon leur latéralisation.



Fig. 25. Maison Graven, poutre 4, face OUEST, marque VIII (9).

charpentiers ont latéralisé leur marquage. La latéralisation fonctionne par l'utilisation de deux marques continues, I (côté sud) II (côté nord), ainsi de suite jusqu'à XVIII, latéralisée avec XX. Dans cette numérotation, le couple V et VI n'a pas été utilisé. On note aussi deux erreurs. Ainsi, les contrefiches de la ferme 7, marquées XI et XII ont été inversées. La même confusion s'observe sur les mêmes pièces de la ferme 2, marquée XIII et XIII.

Hormis ces erreurs, ce guide de montage était indispensable aux charpentiers pour joindre les pièces de charpente puisque chaque assemblage était ajusté entre eux selon les irrégularités et les défauts des bois. L'usage de bois particulièrement irréguliers pour la charpente de la Maison Graven, notamment des arbalétriers, justifie pleinement l'usage d'un marquage, alors même que les fermes sont relativement simple.

Un marquage est aussi visible sur le plancher. Il a seulement été mis en évidence au centre des poutres 1, 4 et 9, marquées respectivement VIII, VIII et III. Les autres marques n'ont pas été retrouvées (fig. 22 et 23). Elles sont certainement masquées sous les peintures ou le solivage. Quoiqu'il en soit, ces chiffres correspondent à une numérotation réservée à la position du poinçon de chaque ferme sur leur entrait. Ainsi la marque VIII, en pied de poinçon de la ferme 4 se retrouve inscrite sur l'entrait/poutre de la même ferme. Ce second système apparaît ainsi spécifique à la mise en place des fermes sur leur entrait.



4 - LE TRAVAIL DU BOIS

Toutes les pièces de bois de la charpente et du plancher ont été réalisées en chêne. Elles ont systématiquement été façonnées à partir de troncs équarris à la hache. L'usage de cet outil tranchant se déduit des petits creux en forme de coupe (cupules) laissés à la surface des bois. Seules, les poutres/entraits de la Maison Graven et les poutres de La Tour Dauphine ont été employées telles quelles (bois de brin), alors que toutes les autres pièces ont été recoupées à la scie (bois de sciage).

Le bois de brin témoigne d'un équarrissage au plus près de la forme circulaire de la grume disponible. Cette méthode a pour avantage de préserver le cœur de l'arbre au centre de la poutre et de conférer à cette dernière une bonne résistance puisque les dispositions naturelles des fibres du bois sont conservées. Dans le cas des poutres de la Maison Graven et de la Tour Dauphine, l'équarrissage est très sommaire. Il a laissé de nombreuses flaches et n'a pas toujours permis la réalisation d'arêtes vives aux angles des poutres. Pour dissimuler ces arrêtes arrondies, les charpentiers ont recouru à différentes solutions. Ces parties flacheuses ont le plus souvent été tournées pour être placées au niveau des arêtes supérieures, moins visibles, au raz du solivage. Toujours est-il que les flaches sont parfois si importantes qu'un système de petites planches (closoirs) a été utilisé pour les dissimuler. Ces closoirs ont été coincés ou cloués dans l'entrevous des solives.



Fig. 26. Tour Dauphine, poutre 2, extrémité flacheuse.



Fig. 27. Maison Graven, plancher, poutre 5, closoirs cloués dans l'entrevous des solives pour dissimuler la partie flacheuse de la poutre.

Le sciage a été employé pour la réalisation de toutes les autres pièces. Il a consisté à recouper dans la longueur des grumes préalablement équarries à la hache. Ainsi, les pièces de bois des fermes conservent des faces portant des traces de haches et d'autres de scie (**fig. 28**). Les sillons irréguliers et légèrement en biais laissés par la lame des scies indiquent que le sciage a été fait manuellement par des scieurs de long. Dans la Tour Dauphine, plusieurs ais d'entrevous conservent des sillons rigoureusement parallèles et réguliers sur toute leur longueur (**fig. 29**). Cet indice tracéologique prouve ainsi l'emploi de plusieurs planches sciées mécaniquement, mais il s'agit peut-être de réparations postérieures à la réalisation des planchers. Toujours est-il que le sciage mécanique, notamment hydraulique, est un mode de débitage relativement ancien, attesté durant l'Antiquité et perfectionné au Moyen Âge.



Fig. 28. Maison Graven, ferme 5, trace de sciage manuel.



Fig. 29. Tour Dauphine, plancher, ais d'entrevous, sciage mécanique.



5 - BIBLIOGRAPHIE

BOUTICOURT (É.), *Charpentes méridionales*, Arles, Honoré Clair, Éd. Honoré Clair, 2016, 343p.

ÉPAUD (F.), *De la charpente romane à la charpente gothique : évolution des techniques et des structures de charpenterie aux XII^e-XIII^e siècles*, Publications du CRAHM, Caen, 2007, 613 p.

DOUARD-ROUSSEL (A.-F.), « L'abbaye d'Ambronay, des Bénédictins aux Mauristes, transformations de l'espace monastique ». Dans Baud (A.) (dir.). *Espace ecclésial et liturgie au Moyen Âge*, Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 2010, n°53, p. 91-102.

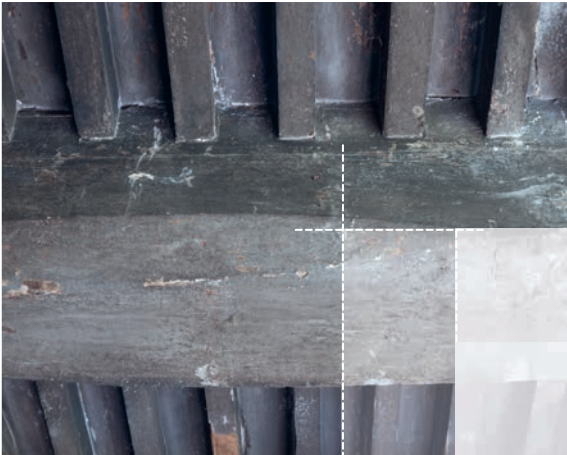
LE MUET (P.), *Manière de bastir pour toutes sortes de personnes*, Paris, Tavernier, 1623, 114 p.

SAVOT (L.), *L'Architecture française des bastimens particuliers*, Paris, S. Cramoisy, 1624, 328p.

SOUBIGOU (G.) (dir.). *L'abbaye d'Ambronay*, La Passe Du Vent, 2012.

VIOLLET-LE-DUC (E.), *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, Paris, 10 vol., 1854-1868.

2



Inventaires et annexes

Annexe 1 : Inventaire des photographies numériques

AMBRONAY (74)

Abbaye, maison Graven et tour Dauphine - 2016

Photo	Localisation	Sujet	Vue depuis	Date	Auteur
PN001	Tour Dauphine	Extérieur, vue d'ensemble, façade sud	Sud	13/04/18	E.B
PN002	Tour Dauphine	Extérieur, vue d'ensemble, façades sud et est	Sud	14/04/18	E.B
PN003	Tour Dauphine, maison Graven	Extérieur, vue d'ensemble, façade sud	Sud	15/04/18	E.B
PN004	Tour des archives, maison Graven	Extérieur, vue d'ensemble, façade sud	Sud	16/04/18	E.B
PN005	Tour Dauphine	Extérieur, vue d'ensemble, façade sud	Sud	17/04/18	E.B
PN006	Tour Dauphine	Extérieur, vue d'ensemble, façade est	Sud	18/04/18	E.B
PN007	Tour Dauphine	Extérieur, vue d'ensemble, façade est	Est	19/04/18	E.B
PN008	Tour Dauphine	Idem, détail	Est	20/04/18	E.B
PN009	Tour Dauphine, maison Graven	Vue d'ensemble	Nord	21/04/18	E.B
PN010	Tour Dauphine, maison Graven, tour des archives	Vue d'ensemble	Est	22/04/18	E.B
PN011	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, vue d'ensemble et P6	Nord-ouest	23/04/18	E.B
PN012	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, angle sud-ouest, collage du mur de refend contre le mur sud	Nord-est	24/04/18	E.B
PN013	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, angle sud-ouest, collage du mur de refend contre le mur sud, détail	Nord-est	25/04/18	E.B
PN014	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, mur sud, premier mortier construction beige foncé avec des graviers	Nord	26/04/18	E.B
PN015	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, mur sud, premier mortier construction beige foncé avec des graviers	Nord	27/04/18	E.B
PN016	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, mur sud, vue d'ensemble et ressaut en partie haute	Nord	16/04/18	E.B
PN017	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, mur de refend, dispositif de poutre et solive (P5)	Sud	16/04/18	E.B
PN018	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle est, mur de refend, dispositif de poutre et solives (P5)	Sud	16/04/18	E.B
PN019	Tour Dauphine, Niv. 4	Salle est, mur de refend, dispositif de poutre et solives (P5)	Sud	16/04/18	E.B
PN020	Tour Dauphine	Solive, détail de l'extrémité : encoches de closoir et traces d'outils	Zénithale	16/04/18	E.B
PN021	Tour Dauphine	Solive, détail de l'extrémité : encoches de closoir et traces d'outils	Zénithale	16/04/18	E.B
PN022	Tour Dauphine	Solive, détail des traces de sciage	Zénithale	16/04/18	E.B
PN023	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, traces d'outils à la sous-face des ais d'entrevous	Sud	16/04/18	E.B
PN024	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, traces d'outils à la sous-face des ais d'entre-vous	Sud	16/04/18	E.B
PN025	Tour Dauphine, Niv. 3	P5, extrémité nord, face ouest, détail des closoirs	Ouest	16/04/18	E.B
PN026	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, dispositif de poutre (P3) et de solives parallèles au mur de refend	Est	16/04/18	E.B
PN027	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, dispositif de poutre (P3) et de solives parallèles au mur de refend	Est	16/04/18	E.B
PN028	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, dispositif de poutre (P3) et de solives parallèles au mur de refend	Est	16/04/18	E.B
PN029	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, dispositif de poutre (P3) et de solives parallèles au mur de refend	Est	16/04/18	E.B
PN030	Tour Dauphine, Niv. 3	Couloir, portes dans le mur de refend	Nord-est	16/04/18	E.B
PN031	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle ouest, mur ouest, P1 en partie détruite	Nord-est	16/04/18	E.B
PN032	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle ouest, angle nord-ouest, collage du mur de refend contre le mur ouest de la tour	Sud-est	16/04/18	E.B
PN033	Tour Dauphine, Niv. 3	Salle ouest, portes dans le mur de refend	Sud-ouest	16/04/18	E.B
PN034	Tour Dauphine, Niv. 3	Mur sud, fenêtre	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN035	Tour Dauphine, Niv. 4	Mur sud, vue d'ensemble			E.B
PN036	Tour Dauphine, Niv. 4	Mur sud, maçonnerie entre les deux ouvertures les plus à l'est	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN037	Tour Dauphine, Niv. 4	Angle sud-est, vue d'ensemble	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN038	Tour Dauphine, Niv. 4	Charpente, vue d'ensemble	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN039	Tour Dauphine, Niv. 4	Plancher, vue d'ensemble	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN040	Tour Dauphine, Niv. 4	Charpente, vue d'ensemble côté sud	Nord	16/04/18	E.B
PN041	Tour Dauphine, Niv. 4	Charpente, vue d'ensemble côté ouest	Est	16/04/18	E.B
PN042	Tour Dauphine, Niv. 4	Angle sud-est	Nord-ouest	16/04/18	E.B
PN043	Tour Dauphine, Niv. 4	Angle sud-est	Nord-ouest	16/04/18	E.B

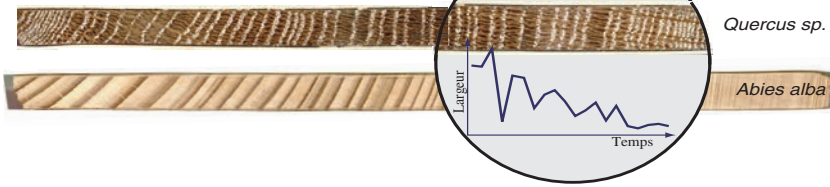
Photo	Localisation	Sujet	Vue depuis	Date	Auteur
PN044	Tour Dauphine, Niv. 3	Maçonnerie de l'escalier nord-est	Ouest	16/04/18	E.B
PN045	Tour Dauphine, Niv. 4	Arase supérieure du mur de refend, P5 pris dans la maçonnerie	Zénithale	17/04/18	E.B
PN046	Tour Dauphine, Niv. 4	Arase supérieure du mur de refend	Zénithale	17/04/18	E.B
PN047	Tour Dauphine, Niv. 4	Plancher, poutre prise dans le mur de refend orienté NORD-SUD	Dessus	17/04/18	E.B
PN048	Tour Dauphine, Niv. 4	Plancher, poutre, encoches des solives	Dessus	17/04/18	E.B
PN049	Tour Dauphine, Niv. 4	Charpente, vue d'ensemble	Est	17/04/18	E.B
PN050	Tour Dauphine, Niv. 4	Charpente, vue d'ensemble	Est	18/04/18	E.B
PN051	Tour Dauphine, Niv. 4	Mur ouest et charpente, vue d'ensemble	Est	17/04/18	E.B
PN052	Tour Dauphine, Niv. 4	Plancher, vue d'ensemble	Est	17/04/18	E.B
PN053	Tour Dauphine, Niv. 4	P3, encoche de solive	Ouest	17/04/18	E.B
PN054	Tour Dauphine, Niv. 4	Ais d'entrevois déposé, traces de sciage mécanique	Zénithale	17/04/18	E.B
PN055	Maison Graven, Niv. 3	Plancher du couloir nord	Est	13/04/18	E.B
PN056	Maison Graven, Niv. 3	Plancher du couloir nord		13/04/18	E.B
PN057	Maison Graven, Niv. 3	Salle 14, mur est, vue d'ensemble	Ouest	17/04/18	E.B
PN058	Maison Graven, Niv. 3	P8, vue d'ensemble avec le solivage	Ouest	17/04/18	E.B
PN059	Maison Graven, Niv. 3	Salle 14, P8 au niveau du mur de refend	Sud	17/04/18	E.B
PN060	Maison Graven, Niv. 3	Couloir, porte vers salle 14	Nord-est	17/04/18	E.B
PN061	Maison Graven, Niv. 3	Couloir, P9, détail des closoirs sur la face est	Est	17/04/18	E.B
PN062	Maison Graven, Niv. 3	Salle 13, P6, détail du solivage et des ais	Nord	17/04/18	E.B
PN063	Maison Graven, Niv. 3	Salle 13, P6, détail du solivage et des ais	Nord	17/04/18	E.B
PN064	Maison Graven, Niv. 3	Salle 13, P5, détail du solivage	Est	17/04/18	E.B
PN065	Maison Graven, Niv. 3	Salle 13, P5, détail du solivage	Est	17/04/18	E.B
PN066	Maison Graven, Niv. 3	Couloir, mur de refend M7, détail de la tapisserie ancienne à l'arrière des lambris	Est	17/04/18	E.B
PN067	Maison Graven, Niv. 3	Salle 12, mur de refend interrompu sous P4	Ouest	17/04/18	E.B
PN068	Maison Graven, Niv. 3	Salle 11, P1, marquage « VIII » sur la face est, au centre de la poutre	Est	17/04/18	E.B
PN069	Maison Graven, Niv. 3	Salle 12, P4, détail des encoches des solives	Est	17/04/18	E.B
PN070	Maison Graven, Niv. 3	Salle 12, mur de refend qui se prolonge vers l'ouest au niveau de la poutre	Sud	17/04/18	E.B
PN071	Maison Graven, Niv. 3	Salle 12, P4, marque « VIII » sur la face ouest	Ouest	18/04/18	E.B
PN072	Maison Graven, Niv. 3	Salle 12, P3, face ouest, solives taillées en « L »	Ouest	18/04/18	E.B
PN073	Maison Graven, comble	Panne faitière entre le F10 et F11, marquage au cordeau à la sous-face (lignage)	Nord	18/04/18	E.B
PN074	Maison Graven, comble	F10, face est	Est	18/04/18	E.B
PN075	Maison Graven, Niv. 3	F9, entrain/poutre face est, closoirs cloués	Est	18/04/18	E.B
PN076	Maison Graven, extérieur	Mur nord près de la tour des archives, entrée des caves	Nord	18/04/18	E.B
PN077	Maison Graven, extérieur	Mur nord près de la tour des archives, entrées des caves	Nord	18/04/18	E.B
PN078	Maison Graven, extérieur	Mur nord près de la tour des archives, entrées des caves	Nord	18/04/18	E.B
PN079	Maison Graven, extérieur	Mur nord près de la tour des archives, entrées des caves	Nord	18/04/18	E.B
PN080	Maison Graven, caves	Mur nord, accès au caves, date « 1707 » dans l'enduit	Nord-est	18/04/18	E.B
PN081	Maison Graven, caves	Mur est de la tour des archives	Est	18/04/18	E.B
PN082	Maison Graven, caves	Mur nord, voûte en berceau, retombée	Sud-ouest	18/04/18	E.B
PN083	Maison Graven, caves	Mur ouest de la tour Dauphine	Sud-ouest	18/04/18	E.B
PN084	Maison Graven, caves	Mur nord de la grande cave, ouverture	Est	16/04/18	E.B

Annexe 2 : Rapport dendrochronologique

AMBRONAY (74)

Abbaye, maison Graven et tour Dauphine - 2016

C.E.D.R.E.



Perrault Christophe
Cedre
12 avenue de Chardonnet
25 000 Besançon
Tel : 03 81 40 19 06
cedre.perrault@wanadoo.fr
<http://dendro-cedre.fr>

Ambronay (01) - Abbaye :

**Datation par dendrochronologie des charpentes et des plafonds
de la maison Graven et de la tour dauphine.**



Avril 2018

*Etude réalisée en 2018 par Christophe Perrault, Cedre, Besançon,
Financement : Département de l'Ain.*

Datation dendrochronologique

Principes



Photo 1 (Lavier) : Prélèvement à la tarière électrique



Photo 2 : Prélèvement d'un arbre vivant

La datation d'une structure en bois dans un bâtiment, photo 3, ou dans une fouille archéologique, ou de mobilier requiert la collecte d'un ensemble d'échantillons. Le lot constitué doit permettre aux résultats obtenus par des méthodes statistiques d'être représentatifs des structures étudiées. Si plusieurs

phases de travaux sont supposées dans un édifice, il est indispensable de prévoir des sous-ensembles de prélèvements représentant chaque phase.

L'analyse porte sur la croissance radiale des arbres utilisés (Photo 2). La datation se rapporte donc à leur abattage et non pas directement à leur mise en oeuvre. Les décalages observés entre abattage et emploi restent minimes et permettent parfois de nourrir des hypothèses quant au mode d'approvisionnement du chantier (Hoffsummer, 1989; Wrobel *et al.*, 1993).



Photo 3 : vue de la charpente de la Sainte Chapelle de Riom (63)

Dans des structures détruites, les prélèvements sont effectués par tronçonnage. Dans une charpente en place, des carottes sont extraites à l'aide d'une tarière électrique (Photo 1). Le dommage occasionné reste limité à un orifice de la taille d'un trou de cheville. Les contraintes mécaniques de la poutre ne sont pas modifiées. L'aspect esthétique peut toutefois nécessiter de reboucher le trou, mais cette opération doit respecter certaines contraintes. Les échantillons sont surfacés pour faciliter la mesure des largeurs de cernes (Photo 4). Pour le mobilier, des techniques spécifiques sont utilisées.

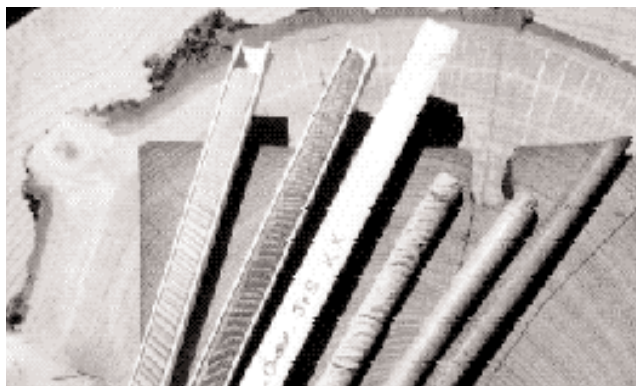


Photo 4 : préparation des échantillons

4 - Datation dendrochronologique -

Etapes de la datation dendrochronologique : Acquisition des données et principe de l'étalonnage

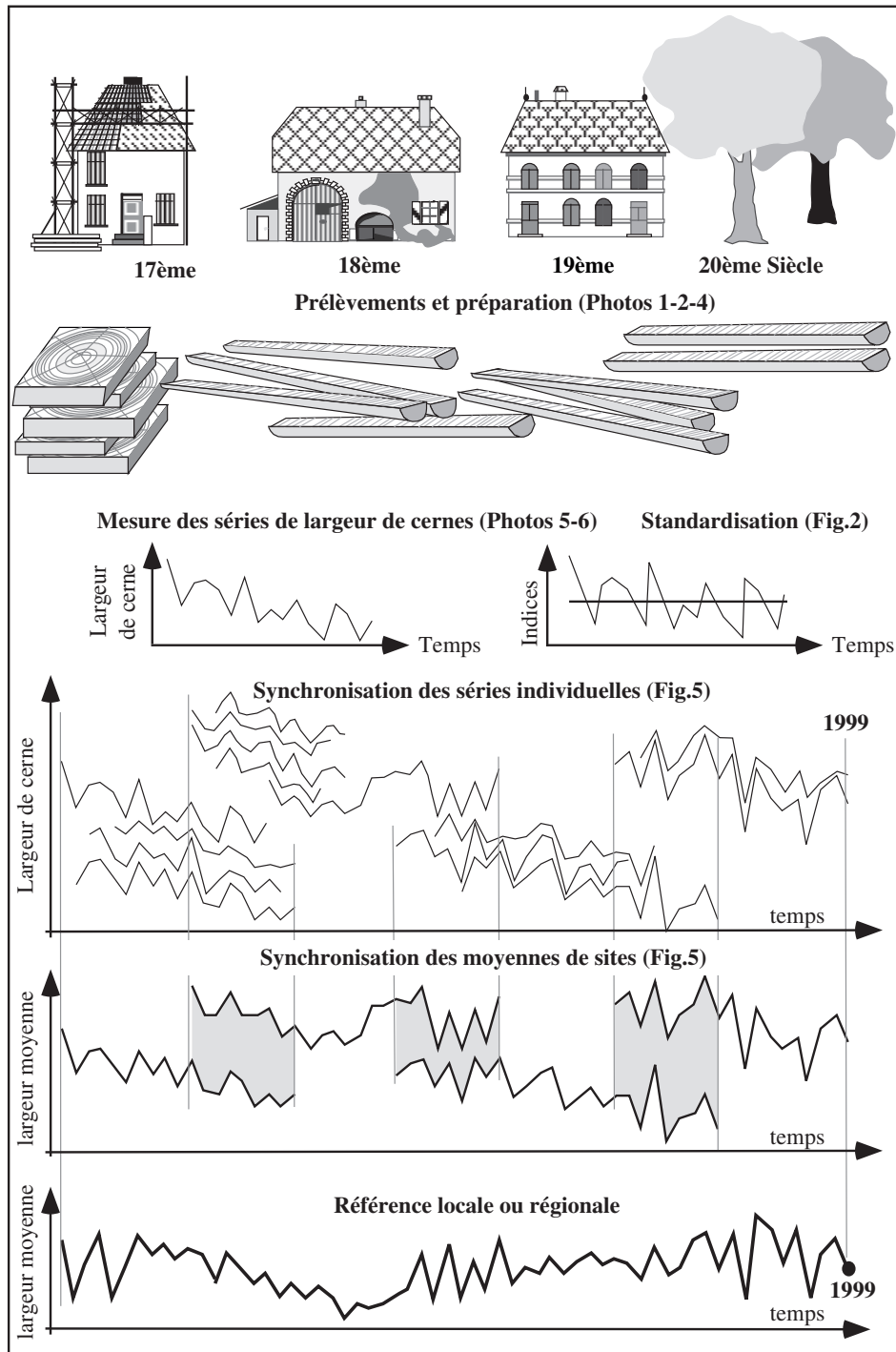


Figure 1 : Principe de l'étalonnage du temps par la dendrochronologie (d'après Lambert, 1998)

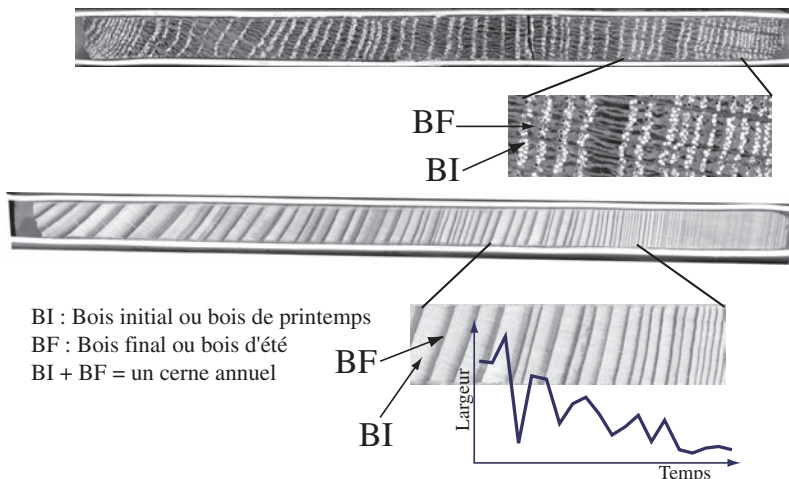


Photo 6 : chaîne d'acquisition des données

L'anatomie du bois est différente selon les espèces. Le cerne annuel du Chêne est composé d'une assise de gros vaisseaux élaborés au printemps (bois initial) et d'une zone essentiellement fibreuse produite en été (bois final). Celui de Sapin est constitué d'un seul type de cellules, les trachéides, dont l'épaisseur et la densité augmentent au cours de l'année (Photo 5).

Les largeurs de cernes sont mesurées en centième de millimètre à l'aide d'un système optique et informatique, puis les séries sont transformées sous forme de graphiques en fonction du temps (Photo 5 et 6).

La datation ne peut pas être effectuée directement avec des largeurs de cernes. Les tests statistiques sont réalisés soit à partir du sens de la variation interannuelle (cf. test de Eckstein Figure 4), soit à partir des données standardisées.



BI : Bois initial ou bois de printemps
 BF : Bois final ou bois d'été
 BI + BF = un cerne annuel

Photo 5 : mesure des largeurs de cerne d'un Chêne et d'un Sapin

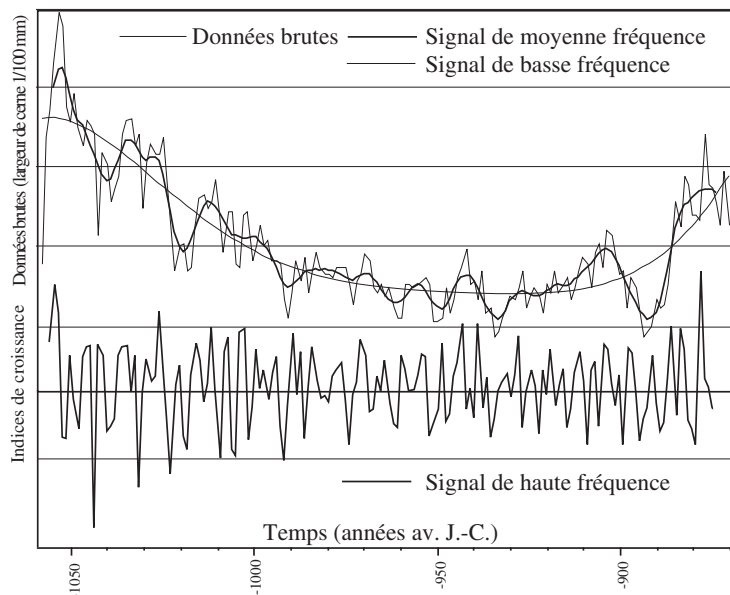


Figure 2 : standardisation des données brutes

Les séries de largeurs de cernes présentent des variations de basse, moyenne et haute fréquence (Figure 2). Les premières sont principalement liées au vieillissement de l'arbre. Les variations de l'ordre de 10 à 30 ans ont un déterminisme plus complexe, elles peuvent être liées à des pratiques sylvicoles, aux ravages d'insectes ou au climat... Le signal de haute fréquence est le seul permettant de dater à l'année près. La standardisation a donc comme objectif d'amortir les autres influences, elle transforme les données brutes en séries d'indices stationnaires. En routine, l'indice *Except* (Lambert et Lavier 1992, Guibal *et al.* 1991) est utilisé pour les datations.

6 - Datation dendrochronologique -

Etapes de la datation dendrochronologique : Traitement des données et présentation des résultats

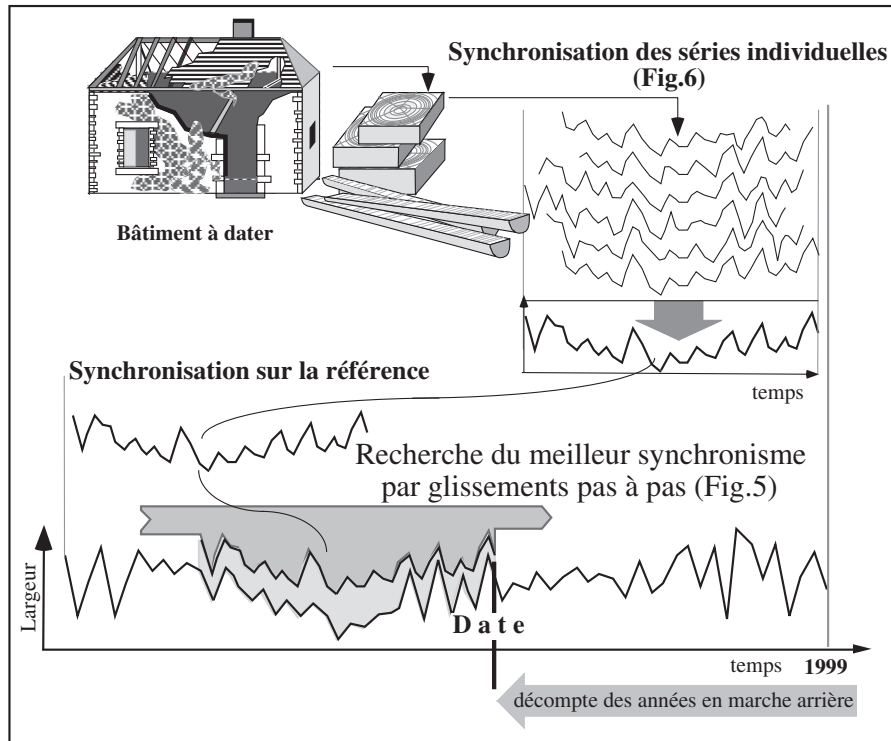
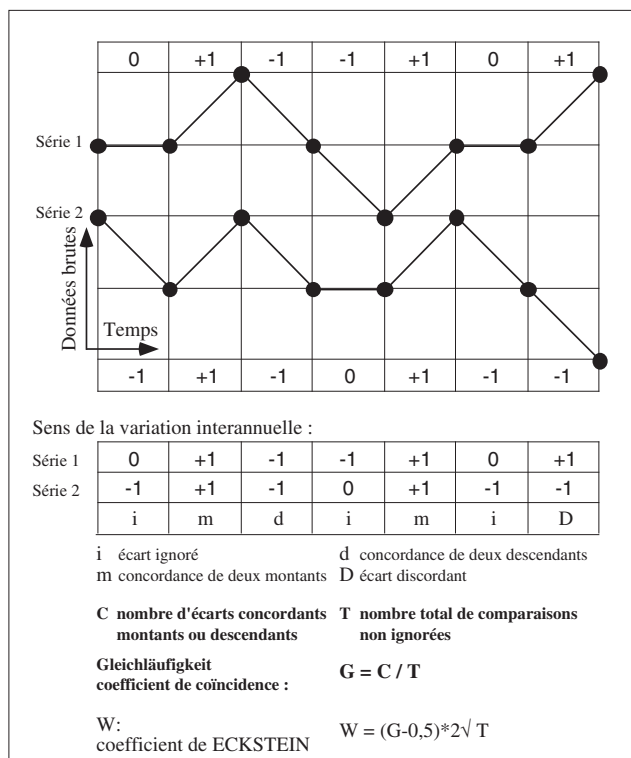
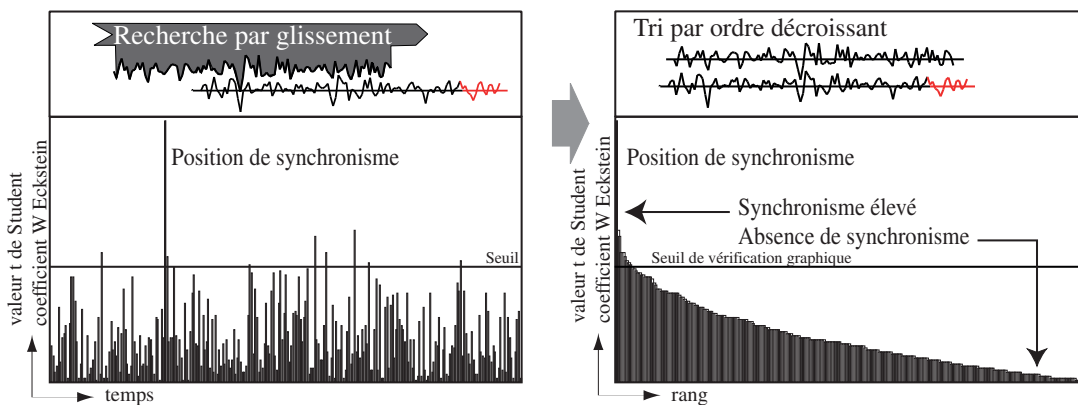


Figure 3 : datation sur un référentiel (d'après Lambert, 1998)



La synchronisation est réalisée par glissement de pas annuel d'une série sur l'autre. Deux tests statistiques permettent de quantifier la qualité du synchronisme pour chaque position. Le test de Eckstein est basé sur la concordance des écarts interannuels (Figure 4). Après standardisation des données, les séries d'indices peuvent être comparées par le coefficient de corrélation dont la fiabilité est estimée par un test de Student. Les meilleures valeurs proposées par ces tests statistiques sont vérifiées graphiquement. La décision de sélectionner une des propositions relève de la responsabilité de l'opérateur. La justification de ce choix est donc indispensable (Figure 5).

Figure 4 : test de Eckstein (1969)



Présentation des résultats

La recherche par glissement produit une série de valeurs parmi lesquelles une seule doit être jugée exceptionnelle pour que la datation soit validée. Le risque associé à cette datation est directement fonction de la dispersion de la valeur choisie par rapport aux autres propositions. Sur la figure de présentation des résultats cette valeur se trouve d'autant rejetée d'un côté de l'axe que le risque d'erreur est faible.

La datation de la moyenne de site est réalisée sur plusieurs références régionales et locales. La comparaison de l'ensemble des résultats permet de définir globalement la qualité de la datation.

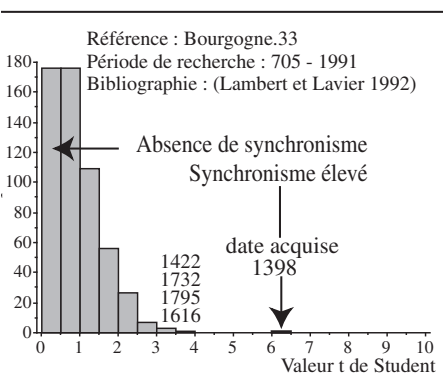


Figure 5

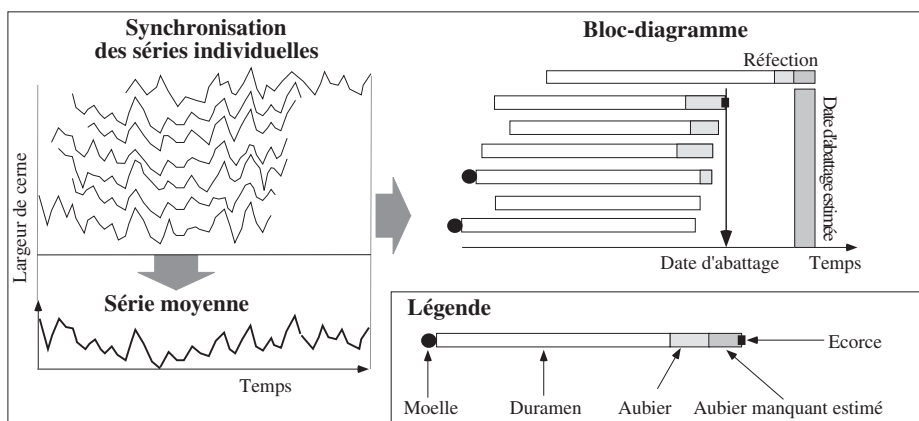


Figure 6 : constitution du bloc - diagramme

Le bloc-diagramme est élaboré à partir des séries individuelles synchronisées. Il permet de visualiser les phases d'abattage des arbres représentés par le lot d'échantillons. La date est précise à l'année près lorsque l'écorce est observable. Si la pièce de bois a été équarrée, une partie des cernes périphériques est détruite. La date d'abattage doit être estimée. Ceci est possible si quelques cernes d'aubier (partie externe du bois assurant le transport de la sève brute) sont conservés. En effet, il est généralement admis que l'aubier des chênes comporte entre 2 et 40 cernes (Lambert 1996). Si la taille a totalement détruit ce tissu, seule une date *post-quem* peut être déterminée.

8 - Datation dendrochronologique -

Contexte

Cette étude porte sur les charpentes et les plafonds de 2 bâtiments de l'abbaye d'Ambronay (Ain) : la maison Graven ou ancienne infirmerie des bénédictins de Saint-Maur et la tour dauphine.

Elle a été réalisée dans le cadre de l'étude architecturale préalable (R. Goulois, Croisée d'ARCHI)..

Description des structures analysées

1- Maison Graven

Dans le cadre de notre étude dendrochronologique, la description de la charpente et du plafond de l'étage resta succincte. Pour plus de détails, se référer à l'étude archéologique (E. Bouticourt, Archeodunum).

La charpente est une structure à fermes et pannes, réalisée en chêne. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- 10 fermes (figure 1) constituées d'un entrain faisant office de poutre maîtresse pour le plafond de l'étage, 2 arbalétriers raidis par 2 contrefiches, un poinçon (figure 2).

Elles sont notées arbitrairement F1 à F10 d'ouest en est.

- 2 cours de pannes intermédiaires aboutés par un embrèvement sont portés par les arbalétriers (un par versant de toiture) pour porter les chevrons.

- Contreventement longitudinal comprenant un cours de faîtières raidi par des liens obliques.

- Bois de forte section, le plus souvent équarris à la doloire, puis débités manuellement à la scie.

- Marquage au ciseau en chiffres romains, à proximité des assemblages, pour organiser le chantier.

Habituellement, on trouve sur une même ferme une marque identique, avec un signe distinctif pour différencier les assemblages symétriques (contremarque, par exemple un bâtonnet oblique). Ici,

la latéralisation des fermes se fait par 2 marques distinctes (figure 3).

Une série de 1 à 20 est repérée le long de la structure. A noter toutefois 2 inversions de marques pour des contrefiches et la présence du même couple de marques (VII et VIII) sur les fermes F4 et F9, alors que le doublet V / VI est absent de la série. La contrefiche sud de la ferme F9 étant marquée V, on peut alors envisager une erreur de marquage sur certains éléments de la marque F9.

En conclusion, malgré quelques petites erreurs bien identifiées, le marquage apparaît cohérent et traduit un ensemble homogène.

Le plafond à la française est constitué de 10 poutres de forte section qui sont en fait les entrains, de 2 poutres de rive à l'est et à l'ouest, et de solives de faible section, très rapprochées et fortement équarries.

2 - Tour dauphine

Le plafond de l'étage est dit "à la française". Il comprend 6 poutres portant des solives de faible section (figure 4). Des rainures légèrement obliques à l'extrémité de certaines solives indiquent que des closoirs masquaient les entrevous au niveau des zones de plus faible section des poutres maîtresses.

A noter également 2 poutres plus récentes, intercalées vers l'ouest de la salle. Contrairement aux 6 autres poutres, elles ne présentent pas d'entailles sur la face supérieure pour recevoir les solives.

La charpente est une structure à 3 fermes et à pannes. Les fermes sont constituées d'un entrain, 2 arbalétriers, un poinçon et 2 faux-entrains.

Les fermes est et ouest reçoivent 3 demi-fermes de croupe.

On peut noter que l'entrain de la ferme ouest est de plus forte section que ceux des 2 autres fermes. De plus, celui de la ferme centrale présente 3 mortaises rebouchées sur la face est, destinées à recevoir à l'origine les tenons d'un coyer et de 2 goussets. Il s'agit donc d'un ancien entrain de ferme de croupe.

10 - Datation dendrochronologique -

Datation

1ère étape : Recherche de synchronismes

Après acquisition des séries de largeurs de cernes, chaque échantillon est associé à une chronologie représentant sa croissance radiale, du coeur (ou du cerne le plus proche) jusqu'à l'écorce, quand celle-ci est conservée.

Vingt échantillons (figure 5) sont collectés sur les charpentes et les plafonds étudiés (figures 1 et 4), soit 10 pour la maison Graven et 10 pour la tour dauphine.

Les 20 séries individuelles de croissance sont comparées par paire, sans tenir compte du plan d'échantillonnage. Cette étape consiste à faire coïncider le maximum de "pics" et de "creux" entre deux séries individuelles de croissance. Un test statistique ("t" de Student) permet de juger objectivement la ressemblance des séries comparées pour chaque position de synchronisme (décalage progressif cerne par cerne).

A ce stade de l'analyse, un lot de 16 séries synchrones (n° 2 à 4, 8 à 20) est constitué (figure 6, étape 1).

2ème étape : Calcul de chronologies moyennes

La croissance du groupe de séries synchrones est représentée par la chronologie moyenne Ambronay.M1, qui comporte 163 cernes (figure 6, étape 2).

3ème étape : Comparaison sur les références

La chronologie moyenne est comparée à l'ensemble des références (pour les chênes), disponibles en base de données.

L'objectif est toujours de faire coïncider le maximum de "pics" et de "creux", cette fois-ci

entre une chronologie moyenne et une référence, l'opération étant renouvelée sur l'ensemble des références à disposition. Les valeurs "t" obtenues pour chaque position de synchronisme testée sont regroupées par classe : de 0,5 en 0,5. Celle qui se dégage du lot est retenue.

Cette étape aboutit au rattachement de la chronologie Ambronay.M1 à sa période, soit 1553-1715 : 1553 correspond à l'année de formation du

premier cerne de la chronologie moyenne et 1715 à celle du dernier, le 163ème.

Les 4 séries n° 1, 5, 6 et 7, non intégrées au groupe de séries synchrones, sont testées individuellement sur le même panel de références pour le chêne, sans succès.

4ème étape : Fiabilité des datations

La figure 7 représente les meilleurs résultats de datation de la chronologie moyenne Ambronay.M1 sur les références de chênes.

La flèche indique la valeur "t" entre la chronologie moyenne testée et la référence considérée pour le synchronisme retenu. Le risque d'erreur est d'autant plus faible que la valeur retenue est éloignée de la distribution des autres propositions.

Une valeur "t" de Student relativement élevée est mise en évidence sur plusieurs références, dont celles de Bourgogne (figure 6, étape 3), d'Anjou et de Franche-Comté. Dans les 3 cas, cette valeur "t" se dégage nettement des autres valeurs du test (rejetées à gauche de l'axe des abscisses).

Sur les autres références citées, la valeur "t" reste très significative. Le synchronisme entre la chronologie Ambronay.M1 et les références est donc de très bonne qualité.

En conclusion, le synchronisme de la chronologie Ambronay.M1 sur les références de chênes, correspondant à la période 1553-1715, est retenu avec un risque d'erreur très faible, quasi-nul. La datation est de classe A (très fiable).

Rappel

La sécurité statistique est maximale quand le synchronisme est significatif entre la chronologie à dater et plusieurs références construites le plus indépendamment possible, c'est-à-dire avec des bois différents par des auteurs différents et plusieurs laboratoires en collaboration. La sécurité estimée doit être présentée pour étayer le propos du dendrochronologue, car elle est la seule objective et fournit des informations chronologiques indépendantes des autres sources : typologiques,

architecturales...

Cette procédure permet de définir un niveau de risque pris par l'opérateur :

- Si la flèche qui indique la proposition retenue est très éloignée de la distribution des autres propositions (alors fausses) sur plusieurs références, le risque d'erreur est très faible. Il tend fortement vers 0, il est dit quasi-nul. La datation est de classe A (la meilleure).

- Si la flèche n'est pas nettement dégagée des autres propositions, alors le risque est faible, mais il n'est pas à négliger. La datation est de classe B.

- Si la valeur retenue ne dépasse significativement les autres propositions du test, alors la date n'est pas validée par les seules procédures de calcul. Elle nécessite une confirmation par d'autres sources de données pour discuter de sa pertinence. La datation est de classe C.

5ème étape : Estimation des phases d'abattages

Cette étape consiste à observer l'anatomie du dernier cerne conservé sur chaque échantillon (bois de coeur, aubier incomplet et dernier cerne d'aubier sous l'écorce) et d'en déduire la date d'abattage des arbres, pour chaque structure ou ensemble étudié (figure 8).

Quand l'aubier est complet, le dernier cerne sous l'écorce est constitué :

- uniquement de gros vaisseaux fabriqués au printemps, la coupe de l'arbre se situe alors au printemps.

- de gros vaisseaux de printemps et de fibres élaborées en été, l'abattage se situe donc après la période de croissance radiale de l'arbre et avant la reprise de celle de l'année suivante, soit en automne-hiver.

Maison Graven - charpente et plafond

Des abattages sur 3 années sont mis en évidence, de l'automne-hiver 1703-1704 à l'automne-hiver 1706-1707. Il n'y a pas de répartition ordonnée de ces abattages dans la charpente.

Le stock de bois est constitué au moins sur 3 années et il est utilisé en une seule fois, au plus tôt en 1707.

Les poutres de plafond (représentées par les échantillons n° 8 à 10), qui sont en fait les entrants des fermes, proviennent bien du même stock de bois que celui utilisé pour la charpente.

Tour dauphine - plafond

Les échantillons n° 3 à 5 mettent en évidence un stock de bois constitué de l'automne-hiver 1713-1714 au printemps 1715. Les bois sont mis en oeuvre au plus tôt en 1715.

Tour Dauphine - charpente

Les échantillons n° 8 et 9, de section comparable, proviennent d'arbres abattus en automne-hiver 1710-1711 et au printemps 1711.

En revanche, l'entrant de plus forte section (éch. n° 10) est mis en oeuvre dans un arbre coupé au printemps 1712.

D'où l'hypothèse d'un parti initial à 2 fermes de croupe se faisant face et d'un repentir aboutissant à une structure à 3 fermes, probablement pour éviter le fléchissement des pannes entre 2 fermes trop distantes (plus de 4 m).

Conclusion

En conclusion, une grande phase de restauration est mise en évidence, au plus tôt en 1707 pour la maison Graven, en 1712 pour la charpente de la tour dauphine et en 1715 pour le plafond de l'étage.

12 - Datation dendrochronologique -

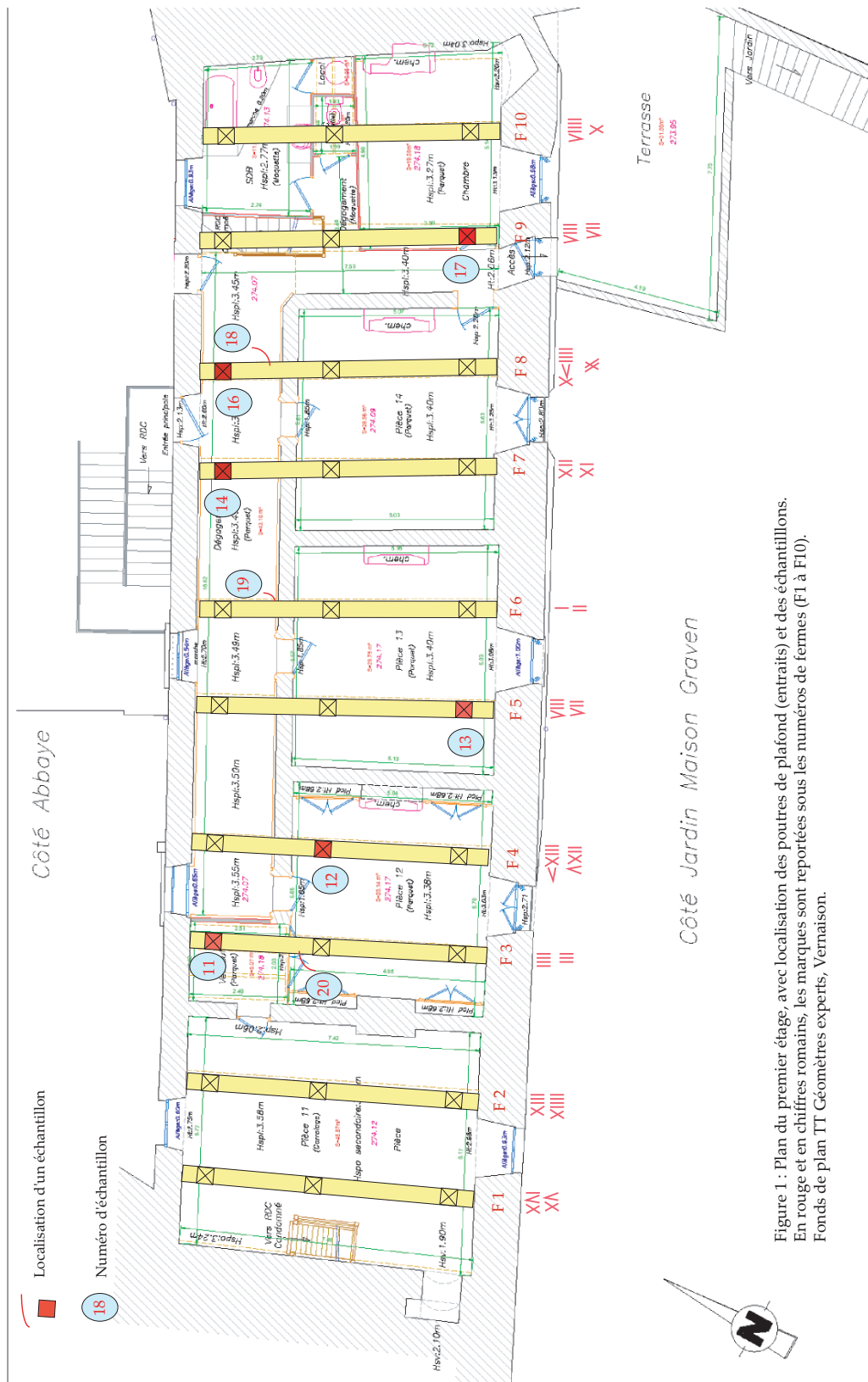
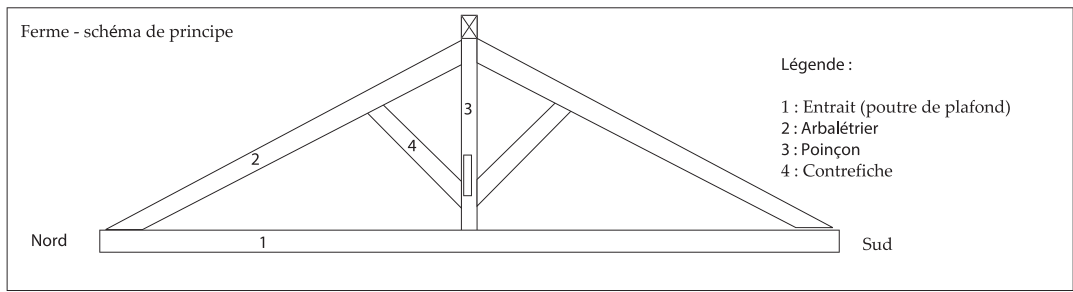


Figure 1 : Plan du premier étage, avec localisation des poutres de plafond (entrails) et des échantillons. En rouge et en chiffres romains, les marques sont reportées sous les numéros de fermes (F1 à F10). Fonds de plan IT Géomètres experts, Vernaison.



	Arbalétrier nord	Contrefiche nord	Poinçon		Contrefiche sud	Arbalétrier sud	Marque N/S	
			nord	sud				
Marquage face ouest	Ferme F10 (est)	IIIIV	IIIIV	VIIII	X	X	9 - 10	
	Ferme F9	IIIV	^	VIIII	VII	II>	8 - 7	
	Ferme F8	IIII^X	IIII^X	X<IIII	X	X	19 - 20	
Marquage face est	Ferme F7	XII	XI <i>Inversion</i>	XII	XI	XII <i>Inversion</i>	12 - 11	
	Ferme F6		I	I	II	II	1 - 2	
	Ferme F5	VIIII	VIIII	VIIII	VII	VII	8 - 7	
Marquage face ouest	Ferme F4	III>X	^XIII	<XIII	^XII	IIX<	^XII	18 - 17
	Ferme F3		IIII	IIII	III	III	4 - 3	
	Ferme F2	IIIX	IIIX <i>Inversion</i>	XIII	XIIII	XIII <i>Inversion</i>	XIIII	13 - 14
	Ferme F1 (ouest)	I^X	I^X	X^I	X^	X^	X^	16 - 15

Marque V qui correspond à la série manquante 5 - 6

Figure 2 (en haut) : Coupe transversale schématique d'une ferme de la charpente de la maison Graven.
Figure 3 (en bas) : Relevé des marques de charpente.

14 - Datation dendrochronologique -

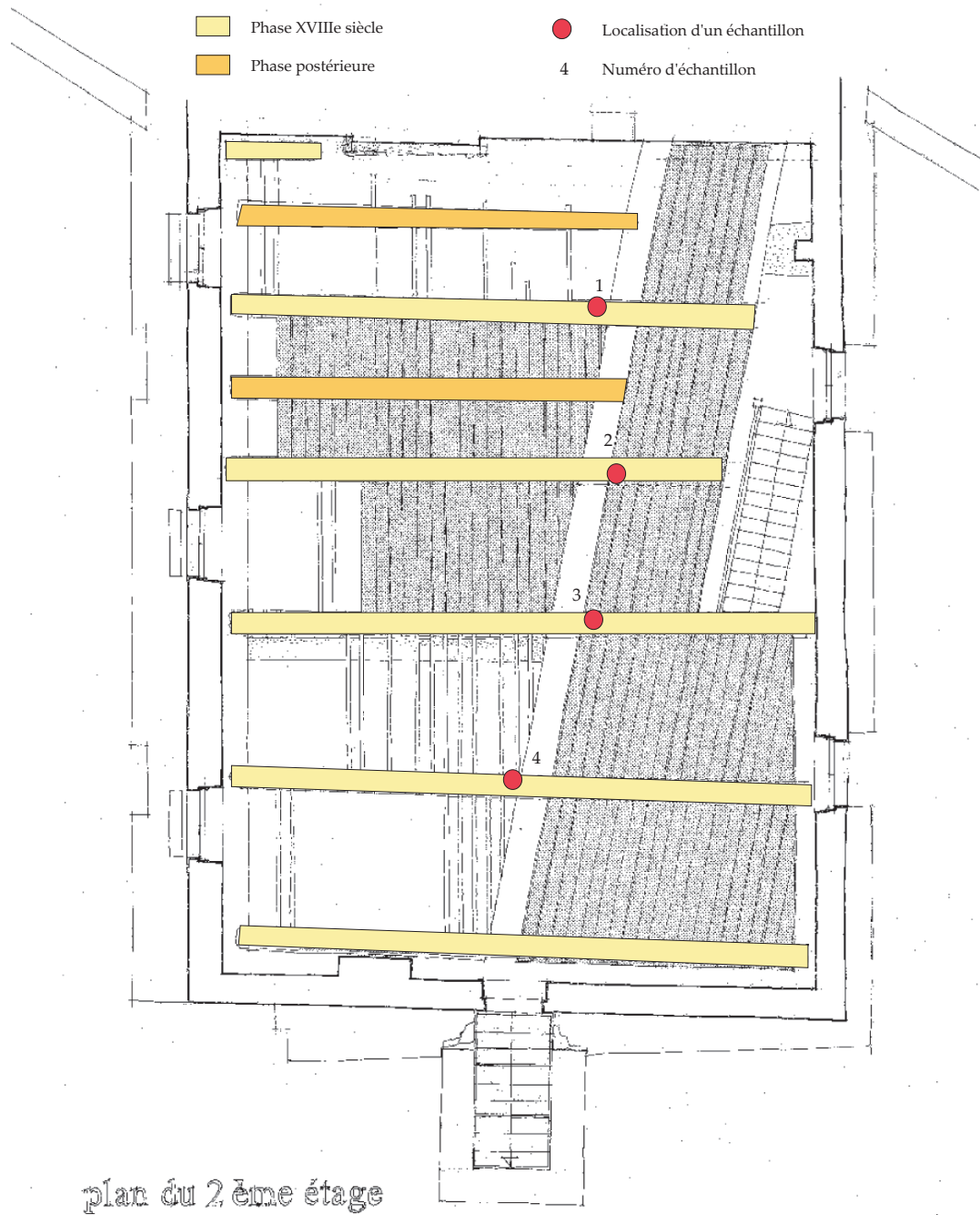


Figure 4 : Plan du second étage de la tour dauphine, avec localisation des poutres de plancher et des échantillons.
Fonds de plan TT Géomètres experts, Vernaison.

N°	Structures	Nature	Essence	1	2	3	4	5
1	Tour Dauphine - plafond	Poutre n° 2 (depuis l'ouest)	Chêne	92	10	BF	non daté	
2	Tour Dauphine - plafond	Poutre n° 3	Chêne	80	6	BF	1635-1714	1714-1715
3	Tour Dauphine - plafond	Poutre n° 4	Chêne	115	9	BF	1599-1713	1713-1714
4	Tour Dauphine - plafond	Poutre n° 5	Chêne	100	12	BI	1616-1715	1715
5	Tour Dauphine - plafond	Solive déposée	Chêne	36	0	non	non daté	
6	Tour Dauphine - plafond	Solive déposée	Chêne	71	0	non	non daté	
7	Tour Dauphine - plafond	Echantignolle déposée	Chêne	125	0	non	non daté	
8	Tour Dauphine - charpente	Entrait, ferme de croupe est	Chêne	103	13	BF	1608-1710	1710-1711
9	Tour Dauphine - charpente	Entrait, ferme centrale	Chêne	72	8	BI	1640-1711	1711
10	Tour Dauphine - charpente	Entrait, ferme de croupe ouest	Chêne	94	12	BI	1619-1712	1712
11	Maison Graven - charpente	Arbalétrier nord, ferme F3	Chêne	99	25	BF	1606-1704	1704-1705
12	Maison Graven - charpente	Poinçon, ferme F4	Chêne	59	26	BF	1648-1706	1706-1707
13	Maison Graven - charpente	Arbalétrier sud, ferme F5	Chêne	140	17	BF	1566-1705	1705-1706
14	Maison Graven - charpente	Arbalétrier nord, ferme F6	Chêne	148	21	BF	1558-1705	1705-1706
15	Maison Graven - charpente	Contrefiche sud, ferme F6	Chêne	118	28	BF	1587-1704	1704-1705
16	Maison Graven - charpente	Arbalétrier nord, ferme F7	Chêne	143	25	BF	1563-1705	1705-1706
17	Maison Graven - charpente	Arbalétrier sud, ferme F8	Chêne	116	18	BI	1591-1706	1706
18	Maison Graven - plafond	Poutre - entrait ferme F8	Chêne	152	22	BF	1553-1704	1704-1705
19	Maison Graven - plafond	Poutre - entrait ferme F6	Chêne	149	19	BI	1556-1704	1704
20	Maison Graven - plafond	Poutre - entrait ferme F3	Chêne	163	13	BF	1541-1703	1703-1704

Légende

1 : Nombre total de cerne.

2 : Nombre de cerne d'aubier conservés, inclus dans (1).

3 : Présence du cambium (BF bois final et BI bois initial).

4 : Année de formation du premier et du dernier cerne de la série de croissance.

5 : Saison d'abattage.

1714-1715 = coupe en automne-hiver 1714-1715.

1704 = coupe au printemps 1704.

Figure 5 : Liste des échantillons collectés, avec leurs caractéristiques dendrologiques et leur datation.

16 - Datation dendrochronologique -

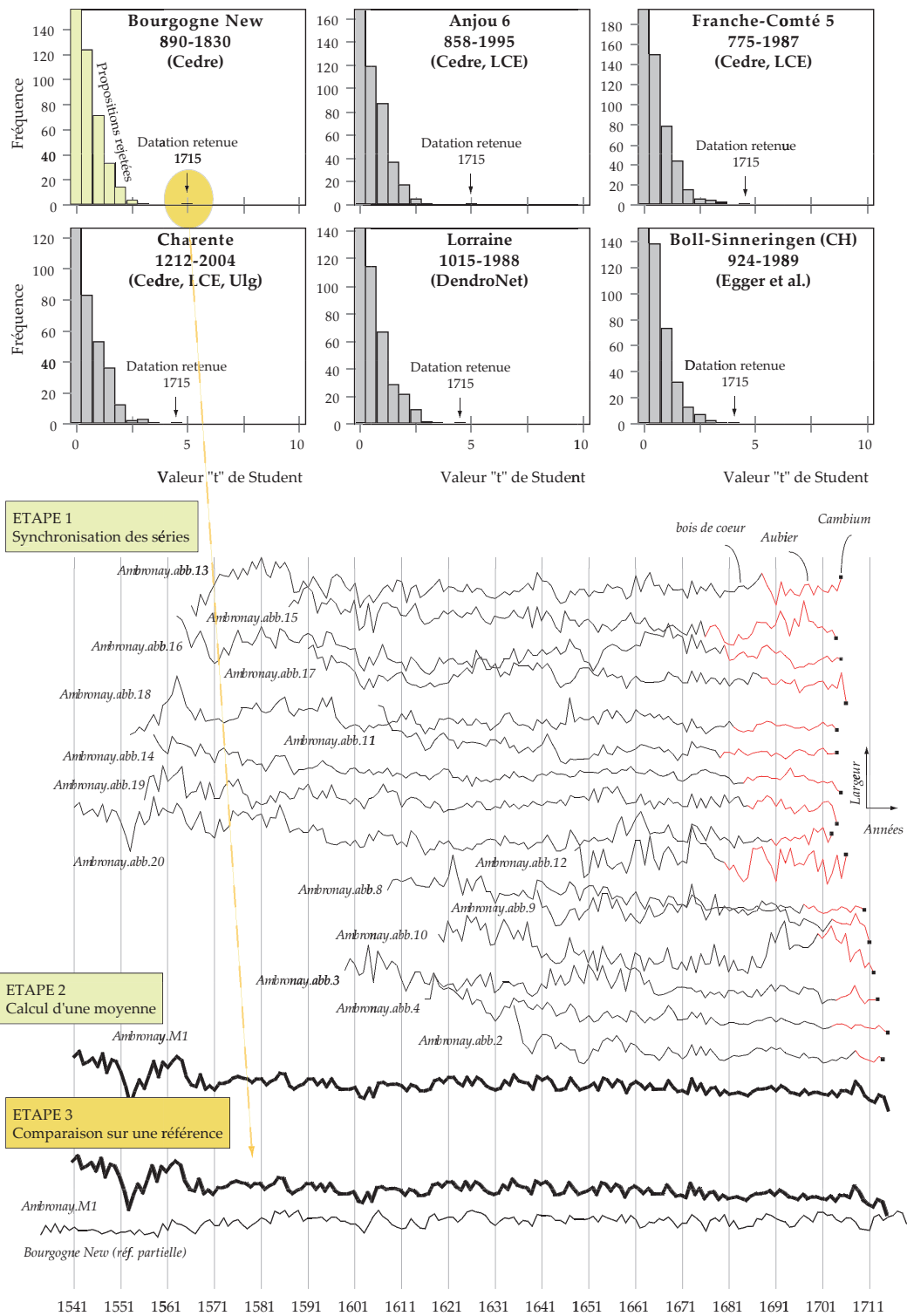


Figure 6 (en bas) : Différentes étapes du processus de datation du groupe de séries synchrones.

Figure 7 (en haut) : Résultats de datation sur les références de chêne.

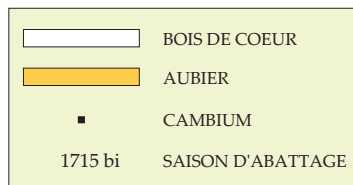
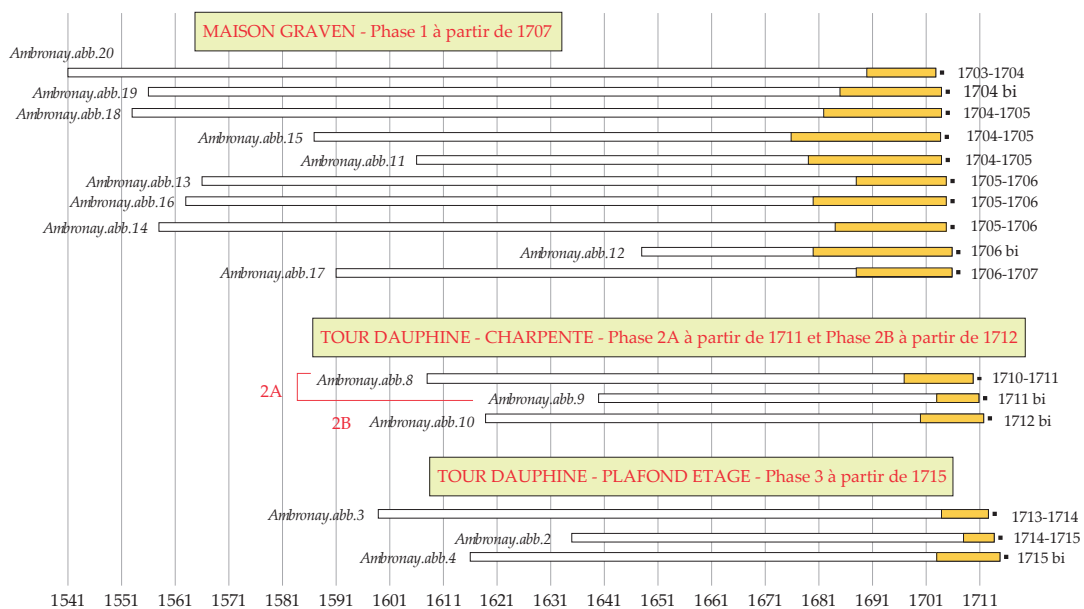


Figure 8 : Bloc-diagramme présentant les phases d'abattages des arbres par structure.

18 - Datation dendrochronologique -

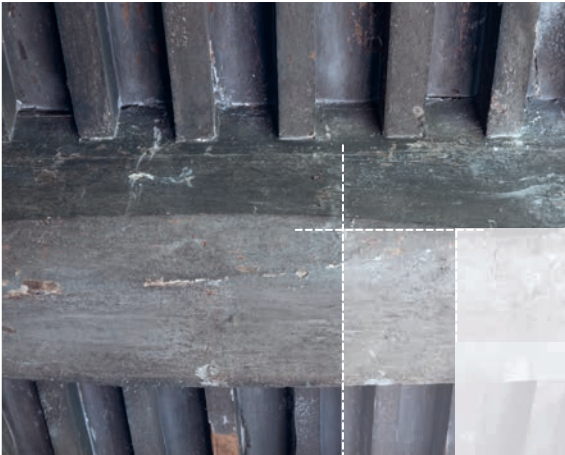


Photo 1 (en haut) : Vue de la charpente de la maison Graven - ferme F9 face est. Cliché E. Bouticourt.
Photo 2 (en bas) : Vue de la charpente de la tour dauphine, vers l'ouest.



Photo 3 (en haut) : Mortaine rebouchée au centre de la face est (pour un coyer) de l'entrait de la ferme centrale.
Photo 4 (en bas) : Mortaise rebouchée côté nord de la face est (pour un gousset) de l'entrait de la ferme centrale.

3



Glossaire des termes techniques

Glossaire des termes techniques

Le glossaire présenté ici rassemble la plupart des termes techniques employés dans notre étude. Les définitions proposées sont dans la grande majorité empruntées à des traités de charpente, des dictionnaires, des encyclopédies, et divers autres publications¹.

- » **Ais n. m.** Terme anciennement utilisé par les charpentiers pour désigner des planches. (CPCD)
- » **Ais d'entrevous n. m.** Planche destinée à clore l'espace entre les solives permettant de constituer l'aire qui supportera le sol des locaux. Les ais ou planches d'entrevous sont soit parallèles aux solives, soit perpendiculaires. (É. B.)
- » **Assemblage n. m.** 1. Action d'assembler. 2. Liaison de deux ou plusieurs éléments en bois ou en acier. L'assemblage est susceptible de reprendre des efforts de traction, de compression ou de cisaillement : « lorsqu'il est en bois, l'assemblage peut être assuré par simple contact bois sur bois ou par l'intermédiaire de clous de boulons ou d'assembleurs ; lorsqu'il est en acier, il fait, en particulier, appel au boulonnage ou à la soudure ». (CPCD)
- » **Blanchir v.** Il s'agit d'enlever les traces de hache ou de scie de la surface des pièces de bois livrées brutes d'équarrissage pour leur donner un aspect plus net. (É. B.)
- » **Closoir n. m.** (du lat. claudere, fermer, clore) 1. Type de cache-moineaux que l'on place en contre-profil des matériaux de couverture, pour en clore les raccords avec le bardage. (CPCD) ; 2. Planchette placée de chant (légèrement inclinée) entre deux pièces contiguës de charpente (de toit ou de plancher). Il existe des closoirs courts et des closoirs longs. Les premiers sont les plus fréquents. On les observe entre les solives des planchers ou les chevrons des charpentes de toits. Ils s'observent aussi entre les pannes des charpentes à fermes et pannes. Les lonse rencontrent seulement dans les planchers à trois systèmes, c'est-à-dire à trois niveaux de poutres et de solives superposés orthogonalement. Ils se placent entre les poutres du deuxième système. (É. B.)
- » **Contrefiche n. f.** Lien d'une ferme, portant sur un poinçon et soulageant un arbalétrier, avec lequel il est généralement en équerre. Les contrefiches sont en chevrons de part et d'autre du poteau. (J.-M. P.)
- » **Couvre-joint n. m.** Mince baguette de bois qui sert à couvrir l'interstice de deux planches juxtaposées comme les voliges, les ais d'entrevous, les lambris [...] ; Faux couvre-joint. Mince baguette de même profil qu'un couvre-joint mais ne couvrant aucun interstice. Sa fonction est seulement esthétique. Il peut être disposé en retour d'équerre d'un couvre-joint afin de compartimenter les entrevous les solives, des chevrons [...]. On peut alors parler de contre couvre-joint. (É. B.)
- » **Entrait n. m.** Pièce maîtresse horizontale d'une ferme, dans laquelle sont assemblés les pieds des arbalétriers, des chevrons-arbalétriers ou des jambes de force [...]. (J.-M. P.)
- » **Équarrir v.** Donner une forme carrée ou rectangulaire aux grumes en sciant les dosses ou en les ôtant progressivement à l'aide d'une hache. (É. B.) ; Équarrissement n. m. Réduction d'une pièce de bois en grume à la forme carrée, en ôtant les quatre dosses flaches ; ce qui peut faire un déchet à peu près de la moitié de la grosseur. (A. C. D.) ; Équar-rissage n. m. Grosseur du bois équarri. Pièce de faible ou de fort équarrissage. (J.-M. P.) Le terme « équarrissage » est aussi employé aujourd'hui pour désigner l'action de tailler une bille de bois [...]. (É. B.)

1. BAUDRY (M.-T.) et BOZO (D.), *Principes d'analyse scientifique, la sculpture*, Paris, Imprimerie nationale, Inventaire général, 1978 (rééd. 1990), 765 p. (M.-T. B. et D. B.) ; COMPAGNONS PASSANTS CHARPENTIER DU DEVOIR, « Le glossaire du charpentier », *La Charpente et la Construction en bois*, vol. 2 (1), Paris, Librairie du compagnonnage, coll. « Encyclopédie des métiers », 1980, p. 17-86 (CPCD) ; BOUTICOURT (É.) *Charpentes méridionales*, Arles, Honoré Clair, Éd. Honoré Clair, 2016, 343p. 2016 (É. B.) ; JOSSIER (S.) *Dictionnaire des ouvriers du bâtiment*, Paris, Librairie générale de l'architecture et des travaux publics, 1881, 450p. (S. J.) ; PÉROUSE DE MONTCLOS (J.-M. P.), *Principes d'analyse scientifique, architecture et vocabulaire*, Paris, Imprimerie nationale, Inventaire Général, 1972 (rééd. 1989), 622 p. (J.-M. P.).

- » **Fâitage n. m.** Pièce maîtresse de charpente posée sous l'arête supérieure d'un toit. (J.-M. P.) Le fâitage relie les fermes entre elles, participe au contreventement de la charpente et supporte la tête des chevrons. (CPCD) ; Faux fâitage Faî-tage fait de planches étré sillonnant les fermes et évitant leur déversement. Le faux fâitage ne sert pas d'appui au chevron-nage. (É. B.)
- » **Flache n. f.** Dépression à la surface d'un plateau, ou arrondi d'une arête, provenant d'un tronc d'arbre dont les déformations n'ont pas pu être enlevées totalement, lors du débit. Dans le Larousse, ce mot est du genre féminin, mais les professionnels l'emploient au masculin et disent, par exemple : « le flache des arbalétriers s'oriente toujours en tête ». (CPCD)
- » **Grume n. f.** Tronc d'arbre abattu, ébranché, recouvert de son écorce, et non encore sectionné en billes. (CPCD)
- » **Linçoir n. m.** Pièce de bois placée à 5 ou 10 cm d'un mur, parallèlement à celui-ci, en un endroit où les solives ne peuvent venir en scellement dans le mur, et destinée à les supporter : « le linçoir se distingue du chevêtre par le fait qu'il est placé plus près du mur que ce dernier ». (CPCD)
- » **Levage n. m.** Terme de charpenterie. C'est l'élévation ou le transport du bois de l'atelier sur le tas. (A.-C. D.) ; éléva-tion et mise en place des gros ouvrages de charpenterie dans les constructions. Les ouvriers disent « aller au levage ». (S. J.)
- » **Montage n. m.** En charpenterie et en menuiserie, monter c'est assembler des ouvrages préparés, et les poser en place. (A.-C. D.) ; Monter C'est en maçonnerie, élever avec des machines, des matériaux préparés du chantier sur le tas. En charpenterie et en menuiserie, Monter c'est assembler des ouvrages préparés, et les poser en place. Remonter, c'est rassembler les pièces de quelque machine, ou de quelque vieux comble ou pan de bois, dont on fait resservir les pièces. (A.-C. D.)
- » **Panne n. f.** Pièce horizontale d'un versant de toit posé sur les arbalétriers et portant les chevrons. La panne est portée direc-tement par l'arbalétrier auquel elle est fixée ou indirectement par un petit corbeau en bois appelé chantignole. (J.-M. P.)
- » **Plafond n. m.** Surface plane et généralement horizontale qui, dans la construction, forme la partie supérieure d'un lieu couvert. Plafond à la française Plafond composé de solives apparentes, généralement en chêne de section carrée ou rectangulaire, et régulièrement espacées d'une distance égale à leur épaisseur. Ces solives peuvent être peintes et/ou moulurées. (CPCD)
- » **Poinçon n. m. ou Aiguille n. f.** Pièce de bois debout, où sont assemblées les petites forces et le faîte d'une ferme. C'est aussi, en dedans des vieilles églises qui ne sont pas voûtées, une pièce de bois à l'aplomb de la hauteur de la montée du cintre, qui, étant retenue avec des étriers et des boulons, sert à lier l'entrait et le tirant [...]. (A.-C. D.)

