

Maître d'ouvrage : **Madame Danjean**
58/ Nièvre / Clamecy

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Diagnostic / Avant-Projet
04/2014



atelier **Cairn** architecture / patrimoine / paysage

Maître d'ouvrage : **Madame Danjean**
58 / Nièvre / Clamecy

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Diagnostic / Avant-projet
04/2014

/ Équipe chargée d'étude

Étude architecturale /

atelier Cairn, Paul Barnoud

architecte en chef des monuments historiques associé

2 rue de Provence

69001 LYON

Tél. : 04 78 89 21 77

Fax : 04 78 94 08 45

Audrey Caparros

chargée d'études

Frédérique Gilabert

relecture étude

Étude économique /

Léopold Abécassis

Économiste de la construction

34 rue Saint-Antoine

68500 GUEBWILLER

Tél. : 03 89 76 21 76

Fax : 03 89 74 89 59

Illustration de 1ère de couverture : maison depuis la place Saint-Jean, atelier cairn

/ Sommaire

/03 Présentation de l'étude

/04 Présentation de l'édifice

/Localisation

/Statuts et protections

/Repères chronologiques

/05 État des lieux

/05 Diagnostic

/06 Préconisations

/07 Travaux

I/Programme de travaux

/08 Estimation financière

/ Documents anciens

/ Présentation photographique

/ Documents graphiques

/ Annexes

Étude archéodendrométrique par le laboratoire d'expertise du bois et de datation par dendrochronologie, BEB2D

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

La présente étude a été commandée, le 24 juillet 2013 à atelier Cairn dont Paul Barnoud, est le représentant et le directeur d'études, par madame Danjean, la propriétaire.

Elle porte sur la maison en pans de bois située à l'angle de la place Saint-Jean et de la rue du Marché à Clamecy. Deux constructions constituent la parcelle cadastrale : celle à l'Est est en maçonnerie et pierre de taille tandis que celle à l'ouest est en pans de bois.

Il s'agit de la restauration des structures en pans de bois de la maison située à l'ouest.

Des relevés en plans et coupes ont été transmis par Madame Danjean. Ils ont été réalisés en 2012 par Marc Wallet, architecte. Ils ont été complétés et mis à jour par l'atelier cairn, lors du relevé des façades.

La réalisation de cette étude a nécessité des recherches documentaires dans les archives du STAP, des relevés métriques et des photographiques. Sauf mention contraire, les photos ont été réalisées par l'atelier Cairn et ne sont pas retouchées.

Une étude archéodendrométrique a été réalisée pour compléter le rapport. Des prélèvements ont été réalisés depuis l'intérieur et l'extérieur. Ces mesures dendrométriques ont permis de dater les structures. L'étude, réalisée par le laboratoire d'expertise du bois et de datation par dendrochronologie, BEB2D, est jointe au dossier.

Il a été remis en 2 exemplaires au format A4, et un exemplaire numérique sur CD, comportant l'intégralité de l'étude dont l'estimation prévisionnelle.

Fait à Lyon, le 18 avril 2014

Paul Barnoud, architecte du patrimoine, architecte en chef des monuments historiques.

PRÉSENTATION DE L'ÉDIFICE

/ LOCALISATION

La maison est située à l'angle de la place Saint-Jean et de la rue du Marché.

Références cadastrales : section BM parcelle n°166

/ PROPRIÉTÉ, STATUTS ET PROTECTIONS

Madame Danjean est propriétaire.

Le rez-de-chaussée de la maison est occupé par un restaurant. Les étages ne sont plus occupés, dans l'attente des travaux de restauration.

La toiture et les façades de la maison sont inscrites sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques par arrêté du 05 mai 1937.

/ REPÈRES CHRONOLOGIQUES

Les conclusions du rapport du laboratoire de datation par dendrochronologie mettent en lumière deux dates d'abatage des bois de construction : l'automne-hiver 1459 – 1460 pour la charpente et le pan de bois et 1487 pour les douelles en remploi qui servent de coffrage, encore en place, sur le pignon nord.

| | |
|------|---|
| 1973 | Réfection de la toiture et entretien de la façade principale : dépose des enduits recouvrant le pan de bois et traitement des bois. |
| 2007 | Travaux en toiture : remplacement des chevrons, mise en place d'une sous-toiture et remaniage des tuiles en place. |

ÉTAT DES LIEUX

La maison située à l'angle de la rue du Marché et de la place Saint-Jean est composée d'un soubassement en pierres de taille formant rez-de-chaussée et de 2 étages en pans de bois. La façade nord forme un pignon.

Elle est imbriquée dans son contexte urbain : la couverture et la charpente sont dans le prolongement de la maison au sud, également en pans de bois. Elle fait partie de la même parcelle cadastrale que la maison à l'Est. La façade principale de cette dernière est en pierre de taille.

La couverture est en tuile plate. Le pan de bois et la charpente d'origine sont en chêne. Des chevrons en sapins ont été utilisés lors des dernières restaurations.

La structure du pan de bois est également en chêne. C'est une structure à bois courts avec peu d'encorbellement. Les poutres du plancher ne sont pas systématiquement visibles au-dessus des sablières de chambrée. Le remplissage est en maçonnerie, enduite à l'intérieur et à l'extérieur. L'enduit extérieur, homogène, date de la deuxième partie du XX^e siècle, sauf plusieurs compartiments sur la façade nord, qui sont plus récents.

De nombreuses baies ont été ouvertes à l'ouest et au nord, à tous les niveaux et les menuiseries ont été posées en appliques.

La structure des planchers, plafonds et les parois intérieurs ne sont pas visibles sauf les pignons. Les revêtements sont nombreux : lambris, plâtre, terre cuite, carrelage. Des renforts métalliques ont été posés.

DIAGNOSTIC

L'observation des façades permet de reconnaître plusieurs dispositions d'origines, aujourd'hui disparues. Les premières sont ces deux grandes mortaises, en partie haute. Il s'agit des vestiges d'une ferme débordante. Celle-ci avait la fonction importante de protéger le pan de bois en éloignant les eaux de pluie. La deuxième avait la même fonction ; il s'agissait de corniches, taillées dans chaque niveau de sablière. Des traces de bûchage sont visibles à plusieurs endroits des deux façades.

L'observation des percements dans le dessin de la structure permet également de penser que toutes les baies sont modernes : seule la baie d'axe, de la façade pignon est placée, à une position originale. Des croix ont été supprimées au premier étage, pour ouvrir une baie, sur la façade ouest.

La structure en pans de bois montre une importante déformation au niveau de la sablière basse du pignon. Le peu d'enduit décollé et les photos anciennes montrent que cette déformation est ancienne.

De nombreuses brides métalliques ont été posées pour palier à des assemblages défectueux ou pour retenir le devers de la façade, comme cela est le cas avec les brides sur le poteau Est de la façade nord. Certaines pièces ont été sèchement enturées. Des plaquages en sapin ont été mis en œuvre, empêchant tout diagnostic sur l'état des bois, en dessous.

La charpente intérieure est en bon état mais son système de contreventement au niveau du faitage est insuffisant.

Des travaux ont été réalisés pour l'installation d'une chaufferie (passage de gaine, socle en béton). Suite à des fuites, une partie du plancher a pourri. Des consolidations au moyen de profilés métalliques ont été réalisées, mais l'ensemble reste dans un état alarmant.

PRÉCONISATIONS

Le mouvement de la structure n'est pas préoccupant. Par contre, il faut intervenir sur le contreventement de l'ensemble du pan de bois / plancher / charpente. Des tirants métalliques seront mis en œuvre de la façade pignon jusqu'à la ferme de refend. Un des tirant sera dans la maçonnerie du mur de refend Est tandis que les autres resteront apparents. Les pans de toitures doivent être contreventés avec de grandes écharpes en bois, dans le plan des pannes. En plan, le contreventement sera réalisé en mettant en œuvre des écharpes au-dessus de la chambre des combles. Les assemblages du pan de bois intérieur seront repris pour les lier avec la charpente et les murs extérieurs.

Les solives pourries seront remplacées en chêne et des chevêtres seront réalisés pour assurer la cohésion des planchers.

En façades, les assemblages entre poteaux et sablières seront reconstitués en réalisant des entures (introduction de nouvelles pièces de bois en substitution des pièces anciennes pour les parties endommagées). Le bois utilisé sera le chêne. Le remplacement des bois en sous-œuvre nécessite la dépose de remplissages et des revêtements intérieurs qui seront refaits à l'identique.

La ferme débordante est restituée ainsi que les corniches. Celles-ci seront protégées par des couvertines métalliques pour éviter un pourrissement trop rapide. Il n'est pas envisageable de supprimer les baies pour revenir à une disposition d'origine, à cause des dispositions intérieures. Par contre, les deux croix de Saint-André, façade ouest, seront remises en place, pour assurer une meilleure distribution des forces.

I / PROGRAMME DE TRAVAUX

- Diagnostic plomb et amiante (à réaliser avant rédaction du PRO-DCE) ;
- Installations de chantier :
 - Échafaudage (toute hauteur sur façade nord / arases + 2m sur façade ouest / protection sur toiture Est / échafaudages intérieurs ponctuels/ échafaudage autour de la cheminée) ;
 - Clôtures ;
 - Base de vie ;
- Travaux préparatoires :
 - Dépose des revêtements intérieurs ;
 - Dépose des installations électriques en façade ;
 - Étaisements des structures ;
- Restauration des façades en pans de bois :
 - Dépose de la maçonnerie au droit des bois détériorés ;
 - Dépose des éléments métalliques ;
 - Dépose des bois détériorés compris étaisements ;
 - Fourniture et pose de bois (essence, chêne) en remplacement compris assemblages ;
 - Provision de résine pour consolidation ;
 - Mise en œuvre d'une corniche sur sablières compris protection métallique ;
 - Purge de la totalité des enduits et réfection avec mortier de chaux ;
- Consolidation intérieure :
 - Mise en œuvre de croix de Saint-André dans le plan des pannes, pour contreventement longitudinal des pans de toiture ;
 - Passage de tirants avec platine dans maçonnerie et structure en bois ;
 - Contreventement horizontal avec mise en œuvre d'une croix de Saint-André sur la chambre des combles, au nord-ouest, compris fixation de la poutre en place du pan de bois sur la sablière en façade et l'entrait de la ferme principale ;
- Restitution d'une ferme débordante, façade nord, pour protection de la façade :
 - Fourniture et pose d'une ferme sur consoles en bois ;
 - Compléments du complexe de couverture existant compris tuiles plates, faitage, voliges, gouttière zinc et réfection de la ruelle en mortier sur rive ;
 - Compléments de maçonneries ;
 - Mise en place d'un grillage métallique anti-volatile ;
- Restauration du soubassement en pierre compris nettoyage et réfection des joints au mortier de chaux ;
- Restauration du plancher au droit de la chaudière :
 - Suppression des profilés métalliques ;
 - Purge des poutres pourries ;
 - Création d'un chevêtre pour passage des tuyaux ;
 - Fourniture et pose de solives et complément de plancher ;
- Réfection du chéneau encaissé en plomb et de l'étanchéité de la souche de cheminée Est ;
- Réfection des revêtements intérieurs ;

| | 58 / Clamecy / Maison Danjean / Restauration des structures à pan de bois / DIAGNOSTIC | U | Qté |
|----|---|-----|-------|
| | <u>Maçonnerie, pierre de taille :</u> | | |
| 1 | Installations d'hygiène et de sécurité - base de vie - panneaux chantier - etc. | U | 1,0 |
| 2 | Clôture bois | ml | 60,0 |
| 3 | Mise en volant des installations électriques (sur les façades) | ens | 1,0 |
| | Installations de chantier et échafaudages : | | |
| | Echafaudages extérieurs de pied compris filets : | | |
| 4 | au droit de l'élévation nord (pignon sur la place) | m2 | 122,0 |
| 5 | au droit de l'élévation ouest (façade sur la rue du marché) | m2 | 80,0 |
| 6 | protection des couvertures côté Est | m2 | 36,0 |
| 7 | Tunnels de protection pour accès | U | 1,0 |
| 8 | Sapines & escalier | U | 1,0 |
| | Protection et préparation : | | |
| 9 | Nettoyage des combles, compris enlèvement des mobiliers, | ens | 1,0 |
| 10 | Prise en main des combles, compris enlèvement | ens | 1,0 |
| | Démolition : | | |
| | <i>au niveau de l'étage 1</i> | | |
| 11 | Les habillages de mur | m2 | 43,0 |
| | <i>au niveau de l'étage 2</i> | | |
| 16 | Les habillages de mur | m2 | 41,0 |
| | <i>au niveau des combles</i> | | |
| 17 | Les habillages de mur | m2 | 24,0 |
| 18 | Les planchers et sols | m2 | 20,0 |
| | Echafaudages : | | |
| 19 | - échafaudages de pied pour travaux sur souches de cheminée | U | 1,0 |
| | Dépose en conservation (ou en démolition selon le cas) : | | |
| | - A l'extérieur, de la maçonnerie de remplissage des pans de bois | | |
| 20 | au droit de l'élévation nord (pignon sur la place) | m2 | 36,2 |
| 21 | au droit de l'élévation ouest (façade sur la rue du marché) | m2 | 22,5 |
| | Repose de maçonneries anciennes (ou pose de maçonneries neuves) : | | |
| | - remplissage entre les pans de bois déposée : | | |
| 22 | * à l'extérieur, de la maçonnerie de remplissage | m2 | 58,7 |
| | - pose de maçonnerie de remplissage entre les pans de bois neufs : | | |
| 23 | * à l'extérieur, de la maçonnerie de remplissage | m2 | 11,2 |
| 24 | * grillage métallique anti-volatile ; | m2 | 11,2 |
| | Travaux de maçonnerie en accompagnement de la charpente : | | |
| 25 | - réfection des arases (relancis et chape d'arase) | ens | 1,0 |
| 26 | - relancis et réfection | ens | 1,0 |
| | Enduits : | | |
| 27 | - purge et réfection des enduits compris badigeon | m2 | 130,0 |
| 28 | - souches de cheminées | U | 1,0 |

| | | | | |
|--|---|-----|-----------------------|-------------------|
| 29 | Réfection des revêtements de sol : - provisions pour réparation ponctuelles | ens | 1,0 | |
| 30 | Réfection des revêtements intérieurs: - au droit des façades (plâtre et isolation) | m2 | 108,0 | |
| 31 | - des plafonds (réparations ponctuelles) | ens | 1,0 | |
| 32 | Travaux de pierre de taille (façades) - provisions pour pierres de taille | m3 | 0,5 | |
| 33 | - nettoyage et réfection des joints au mortier de chaux | m2 | 60,0 | |
| | | | total chapitre | 111 995,20 |
| <u>Charpente</u> | | | | |
| A - Restauration de la structure à pans de bois | | | | |
| Façade nord (pignon sur la place) | | | | |
| - Dépose des bois détériorés compris étalements et dépose des éléments métalliques; | | | | |
| - Fourniture et pose de bois (essence, chêne) en remplacement compris assemblages | | | | |
| - Provision de résine pour consolidation ; façon d'enture de pieds de poteaux en recherche | | | | |
| 34 | l'ensemble | ens | 1 | |
| Façade ouest (sur rue du marché) | | | | |
| - Dépose des bois détériorés compris étalements et dépose des éléments métalliques; | | | | |
| - Fourniture et pose de bois (essence, chêne) en remplacement compris assemblages ; | | | | |
| - Provision de résine pour consolidation ; façon d'enture de pieds de poteaux en recherche | | | | |
| 35 | l'ensemble | ens | 1 | |
| 36 | - Mise en oeuvre d'une corniche (haut r+1) sur sablières compris entaille dans ex | ml | 9,0 | |
| B - Restitution d'une ferme débordante, façade nord, pour protection de la façade | | | | |
| 37 | - Fourniture et pose d'une ferme sur consoles en bois | ens | 1 | |
| C - Consolidation intérieure | | | | |
| - Mise en oeuvre de croix de Saint-André dans le plan des pannes, pour contreventement | | | | |
| 38 | longitudinal des pans de toiture ; | m3 | 2,240 | |
| 39 | - Passage de tirants avec platine dans maçonnerie et structure en bois | ml | 20,00 | |
| - Contreventement horizontal avec mise en oeuvre d'une croix de Saint-André sur la | | | | |
| chambre des combles, au nord-ouest, compris fixation de la poutre en place du pan de | | | | |
| 40 | bois sur la sablière en façade et l'entrait de la ferme principale | m3 | 0,560 | |
| Autres travaux de charpente : | | | | |
| 41 | Réparation de charpente en recherche | m3 | 2,000 | |
| 42 | Révision des assemblages anciens | ens | 1,0 | |
| 43 | Traitement des bois anciens | U | 1,0 | |
| 44 | Traitement des finitions sur les pans de bois (faces extérieures) | ens | 1,0 | |
| E- Restauration du plancher au droit de la chaudière | | | | |
| - Suppression des profilés métalliques | | | | |
| - Purge des poutres pourries | | | | |

| | | | | | |
|---|---|----------|-----|-----------------------|------------------|
| 45 | - Création d'un chevêtre pour passage des tuyaux - Fourniture et pose de solives pour complément de plancher | ensemble | ens | 1 | |
| 46 | B - Les planchers proprement dit (Comble au droit de la chaudière) - planches massives neuves | | m2 | 20,00 | |
| | | | | total chapitre | 73 269,60 |
| <u>Couverture :</u> | | | | | |
| 47 | Complément d'échafaudages sur versants : - échafaudages complémentaires sur couvertures | | m2 | 123,0 | |
| 48 | Réfection de la couverture : Repiquage de tuiles en recherche | | m2 | 12,3 | |
| 49 | Réfection des habillages au droit des souches de cheminées Réfection des évacuations des eaux pluviales | | U | 1,0 | |
| 50 | - chéneau versant est | | ml | 11,0 | |
| 51 | - gouttières et descentes versant ouest (dépose repose) | | ens | 1,0 | |
| 52 | Restitution d'une ferme débordante, façade nord, pour protection de la façade - compléments du complexe de couverture existant | | m2 | 15,0 | |
| 53 | - remaniement des tuiles en rives existantes | | ml | 14,0 | |
| 54 | Habillage plomb - provision pour habillages divers | | kg | 150,0 | |
| 55 | - habillage de la corniche (façade ouest /haut r+1) | | ml | 9,0 | |
| | | | | total chapitre | 29 940,25 |
| <u>Menuiserie/ ferronnerie :</u> | | | | | |
| 56 | Dépose en conservation : - des fenêtres existantes | | U | 3,0 | |
| 57 | - des volets battants | | U | 3,0 | |
| 58 | - de l'enseigne | | U | 1,0 | |
| 59 | Travaux sur menuiserie existantes conservées : - repose des fenêtres (réparation & remise en jeu) | | U | 3,0 | |
| 60 | - repose des volets battants (compris réparation) | | U | 3,0 | |
| 61 | - repose de l'enseigne | | U | 1,0 | |
| 62 | Peinture sur menuiseries existantes : - y compris décapage | | m2 | 29,0 | |
| | | | | total chapitre | 4 847,25 |
| | | | | | |
| TOTAL HT | | | | | 220 052,30 |
| TVA 20% | | | | | 44 010,46 |
| TOTAL TTC | | | | | 264 062,76 |

Nota :

Les travaux de déplombage et désamiantage éventuels ne peuvent pas être estimés en l'absence des diagnostics appropriés.

Le taux de TVA à taux réduit s'applique aux travaux de restauration de logements de plus de deux ans d'ancienneté.

Dans le cas du présent projet, compte-tenu de l'existence de commerces au RDC, la possibilité de bénéficier du taux réduit devra être examinée avec les services des impôts.

Ce document est le résultat d'une étude chiffrée de type Diagnostic et ne peut en aucun cas servir à des demandes prix auprès d'entrepreneurs.

| <u>Montant prévisionnel du coût d'opération</u> | |
|---|--------------|
| - budget travaux HT = | 220 052,30 € |
| - diagnostic plomb et amiante (à réaliser avant rédaction du PRO-DCE) = | 1 335,67 € |
| - frais divers (honoraires de maîtrise d'œuvre / SPS/ augmentation de prix / divers et aléas) = | 44 010,46 € |
| TOTAL OPERATION - HT | 265 398,43 € |
| TVA 20% | 53 079,69 € |
| TOTAL OPERATION - TTC | 318 478,12 € |
| <i>Montant prévisionnel de l'opération (TTC) arrondi à : 320 000,00 €</i> | |

valeur des prix : avril 2014

DOCUMENTS ANCIENS

Etat des façades en 1973 ; source : devis de travaux, dossier travaux, STAP 58



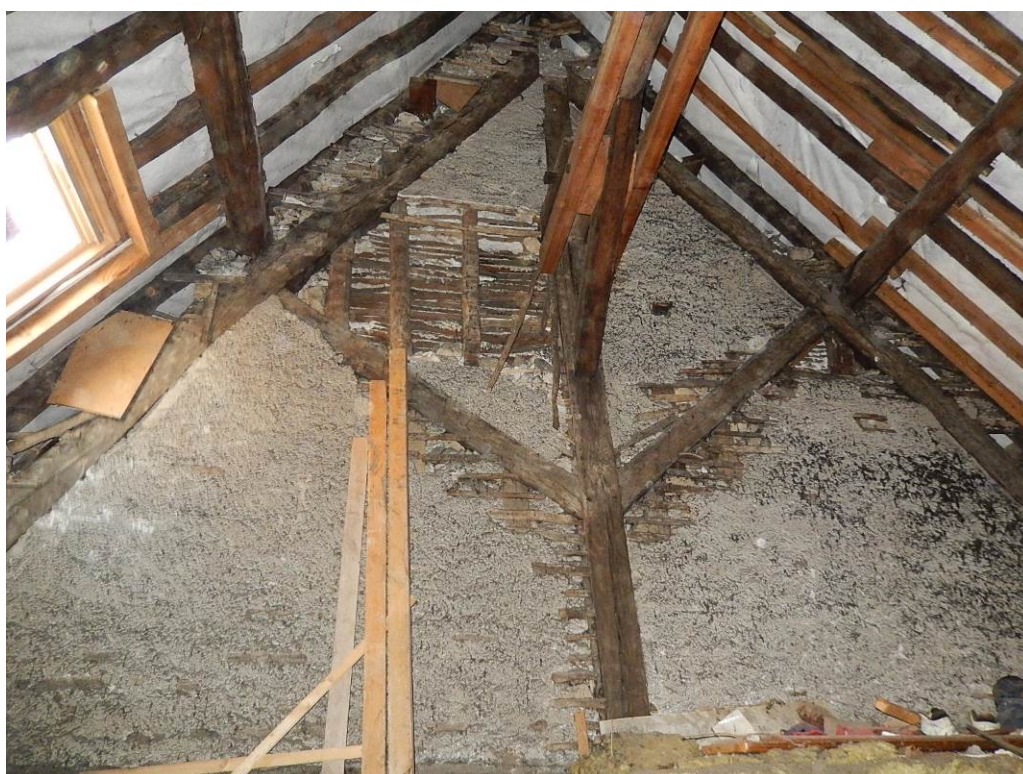
PRÉSENTATION PHOTOGRAPHIQUE

Sauf mention contraire, les photos d'état des lieux ont été prises par l'atelier Cairn pendant la durée de l'étude. Elles sont intégrées dans le dossier sans retouche qui en altérerait la fiabilité.









DOCUMENTS GRAPHIQUES

Liste de plans

| N° | Titre | Échelle |
|-----|---|---------|
| 01. | CADASTRE | 1/500 |
| 02. | ÉTAT DES LIEUX, plans de niveaux | 1/150 |
| 03. | ÉTAT DES LIEUX, Elévations extérieures | 1/100 |
| 04. | PRÉCONISATIONS, façades nord et ouest | 1/100 |
| 05. | PRINCIPE DE CONSOLIDATION, structure bois..... | 1/100 |
| 06. | RESTITUTION D'UNE FERME DÉBORDANTE, façade nord | 1/50 |

Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte

A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



atelier **Cairn**

économiste

Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

```
// Date // Indice // Modifications
```

18/04/2014 Ind. a Première diffusion

CADASTRE

| | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Paul Barnoud architecte en chef des monuments historiques | Audrey Caparros chef de projet | Vivien Melcion assistant d'études |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|

éch. 1/500

avril 2014

| |
|-----------------|
| DIAG / AVP / AT |
|-----------------|

01 ind.a



Source : cadastre.gouv.fr

Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte
A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



atelier **Cairn**

économiste
Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

// **Date** // **Indice** // **Modifications**
18/04/2014 Ind. a Première diffusion

Plans de niveaux et coupes réalisés en décembre 2012
par M. Wallet, architecte

ÉTAT DES LIEUX

Plans de niveaux

Paul Barnoud
architecte en chef des
monuments historiques

Audrey Caparros
chef de projet

Vivien Melcion
assistant d'études

éch. 1/150^e

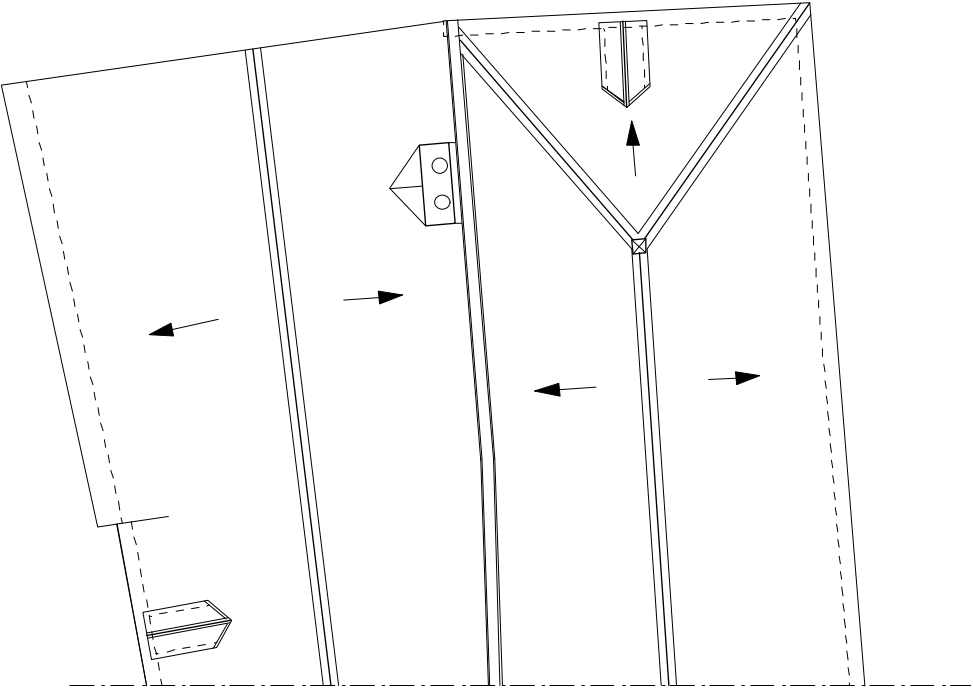
avril 2014

DIAG / AVP / AT

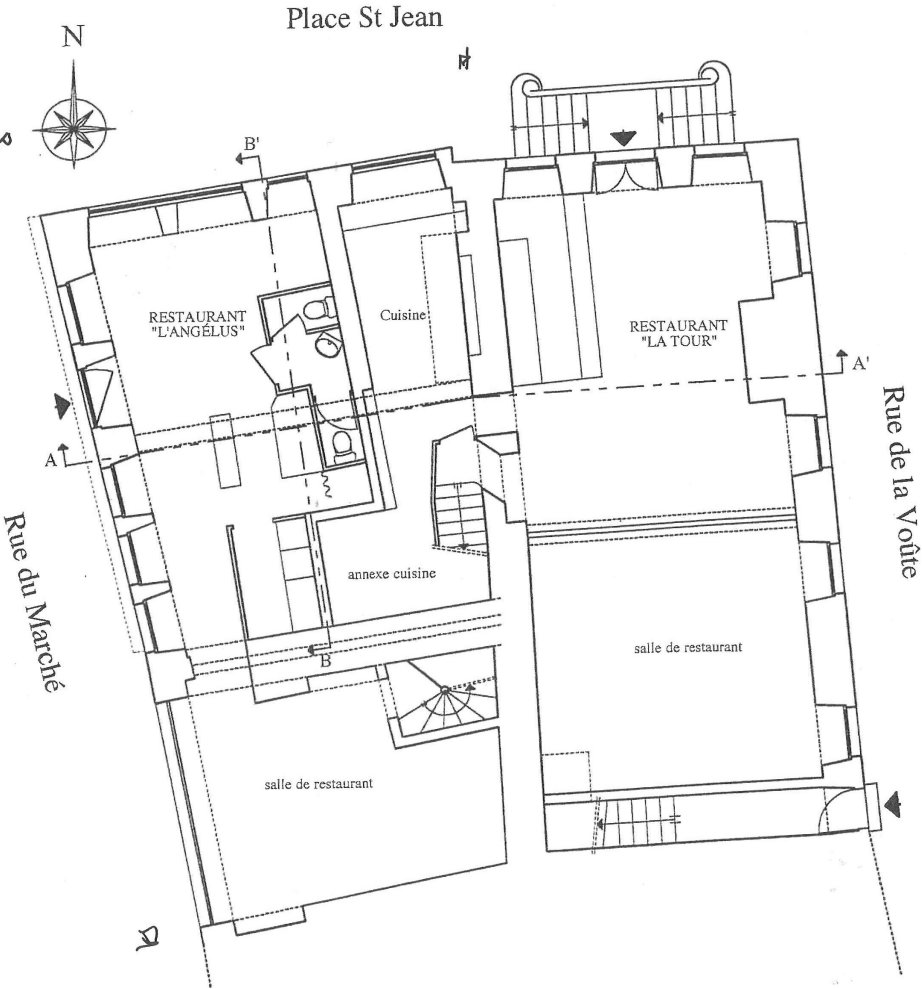
02 ind.a



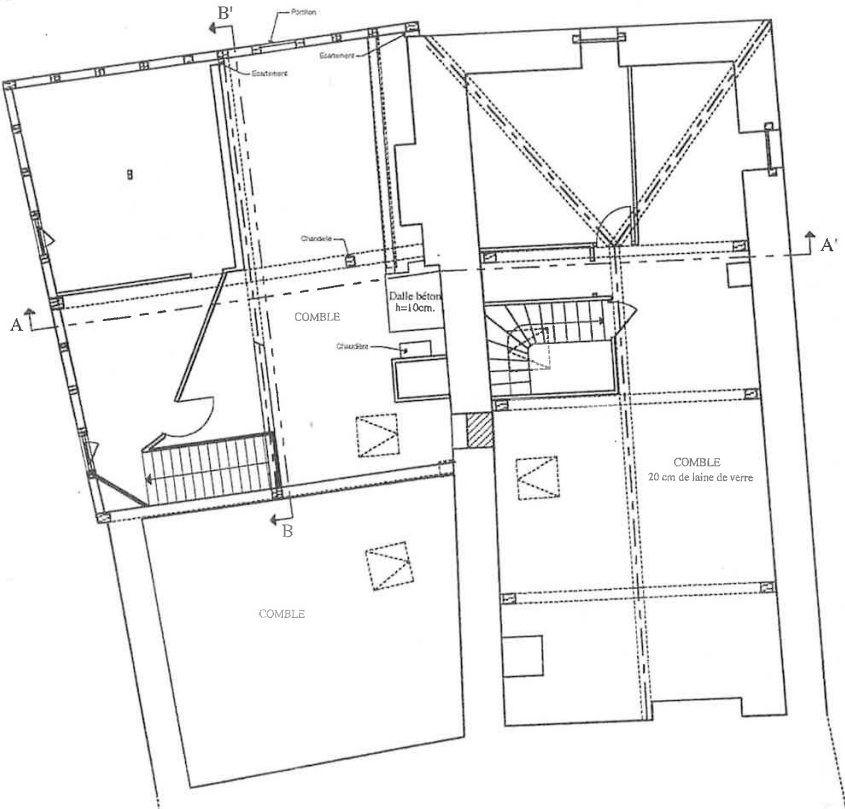
Plan de l'étage



Plan de toitures



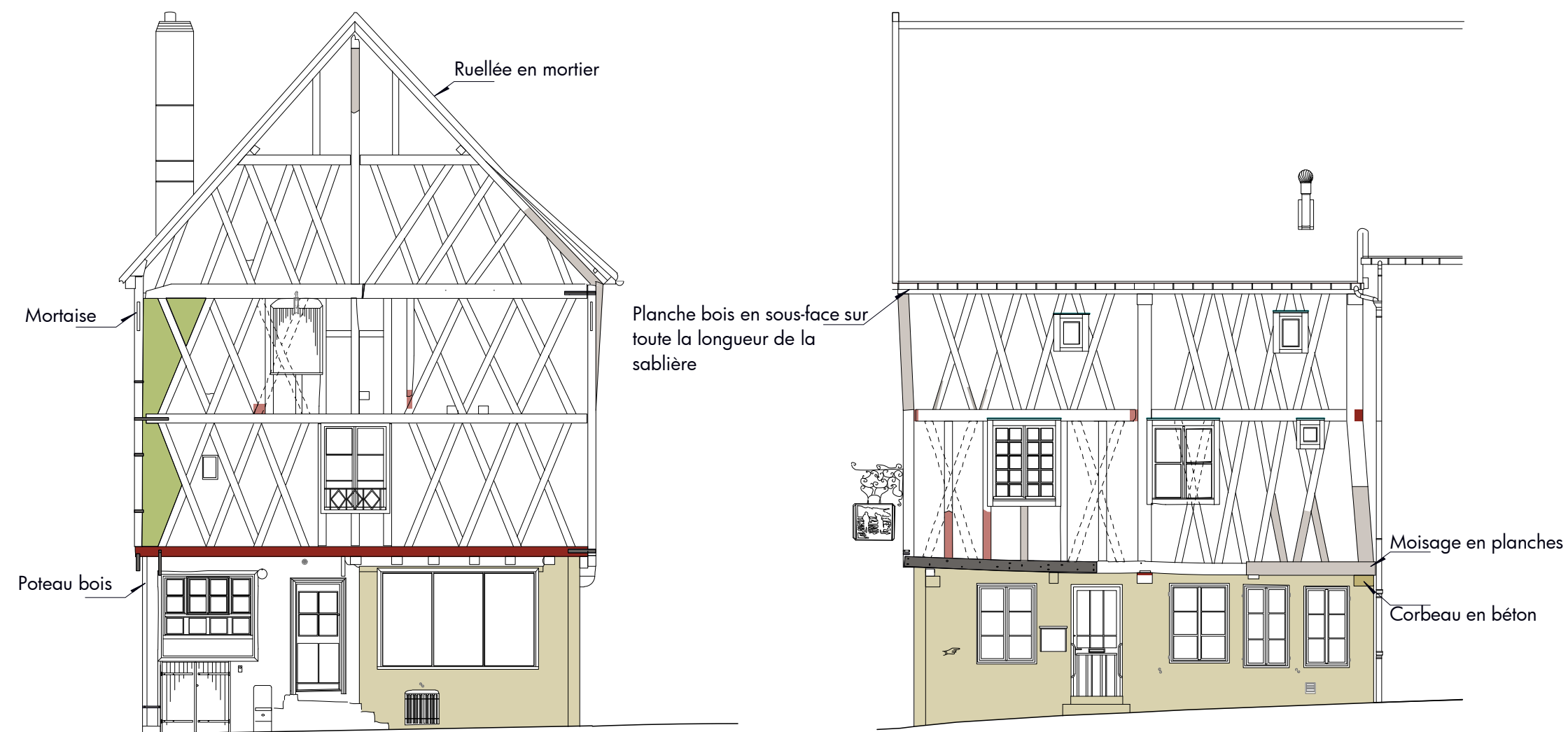
Plan du RDC



Plan des combles

0 1.5 3 4.5 6 9.5 m

- Traces de bûchage
- Renfort métallique
- Dispositions originelles du pan de bois
- Soubassement et corbeaux en pierre de taille
- Bois détérioré ou absence d'assemblage
- Bois moderne
- Protection métallique sur fenêtre posée en applique



Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte

A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



atelier **Cairn**

économiste

Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

// **Date** // **Indice** // **Modifications**

18/04/2014 Ind. a Première diffusion

ÉTAT DES LIEUX ET ÉTAT SANITAIRE

Facades nord et ouest

Paul Barnoud
architecte en chef des
monuments historiques

Audrey Caparros
chef de projet

Vivien Melcion
assistant d'études

éch. 1/100°

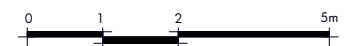
avril 2014

DIAG / AVP / AT

03 ind.a

- Remplacement de bois
- Dépose / repose de maçonnerie

Remise en place de la corniche en bois et protection métallique :
Corniche en bois compris entailles dans poutre pour fixation et mise en oeuvre d'une feuille en plomb sur forme de pente en mortier compris engravure dans maçonnerie



Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte
A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



économiste
Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

// **Date** // **Indice** // **Modifications**
18/04/2014 Ind. a Première diffusion

PRÉCONISATIONS

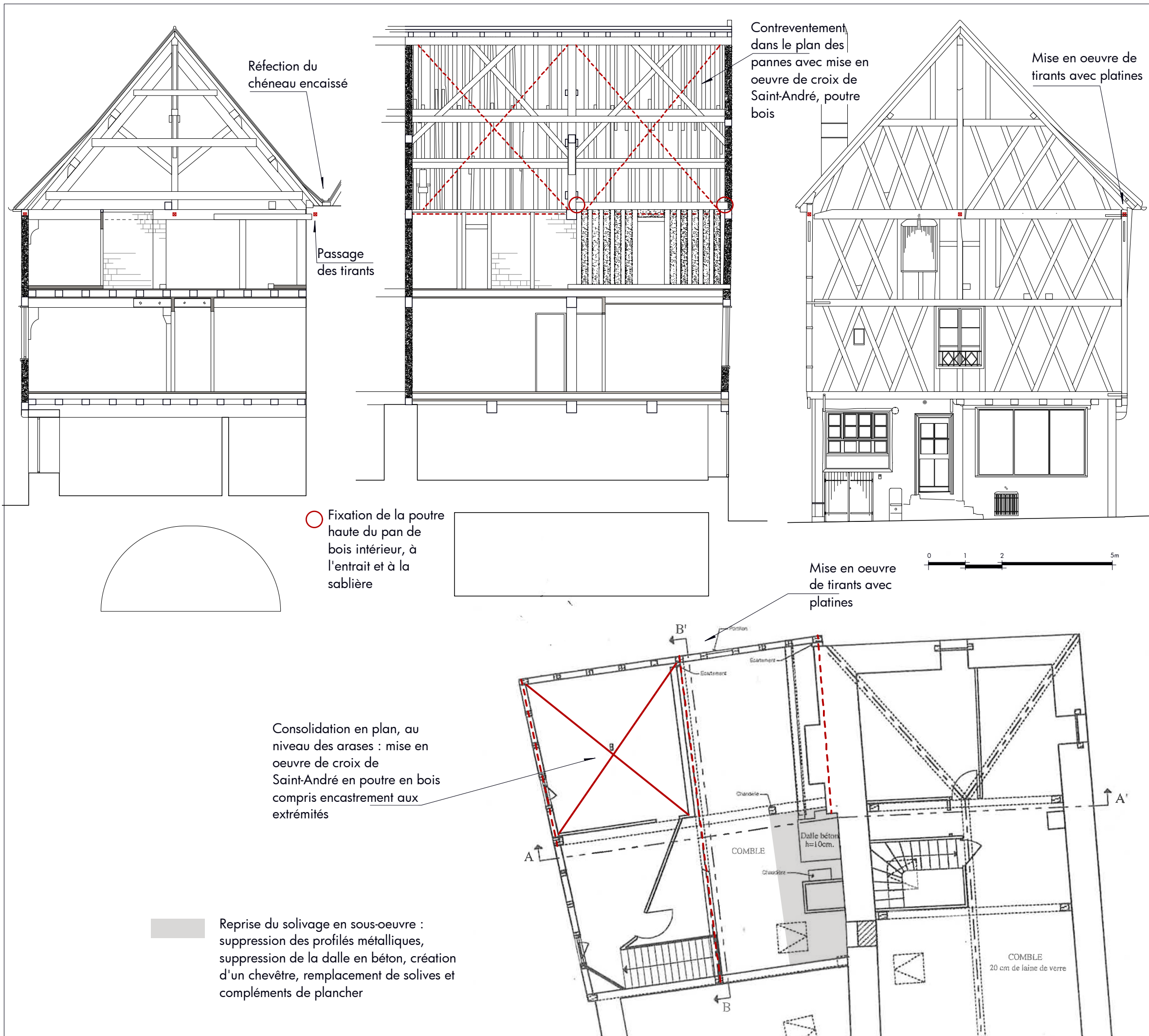
Façades nord et ouest

Paul Barnoud architecte en chef des monuments historiques
Audrey Caparros chef de projet
Vivien Melcion assistant d'études

éch. 1/100
avril 2014

DIAG / AVP / AT

04 ind.a



Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte
A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



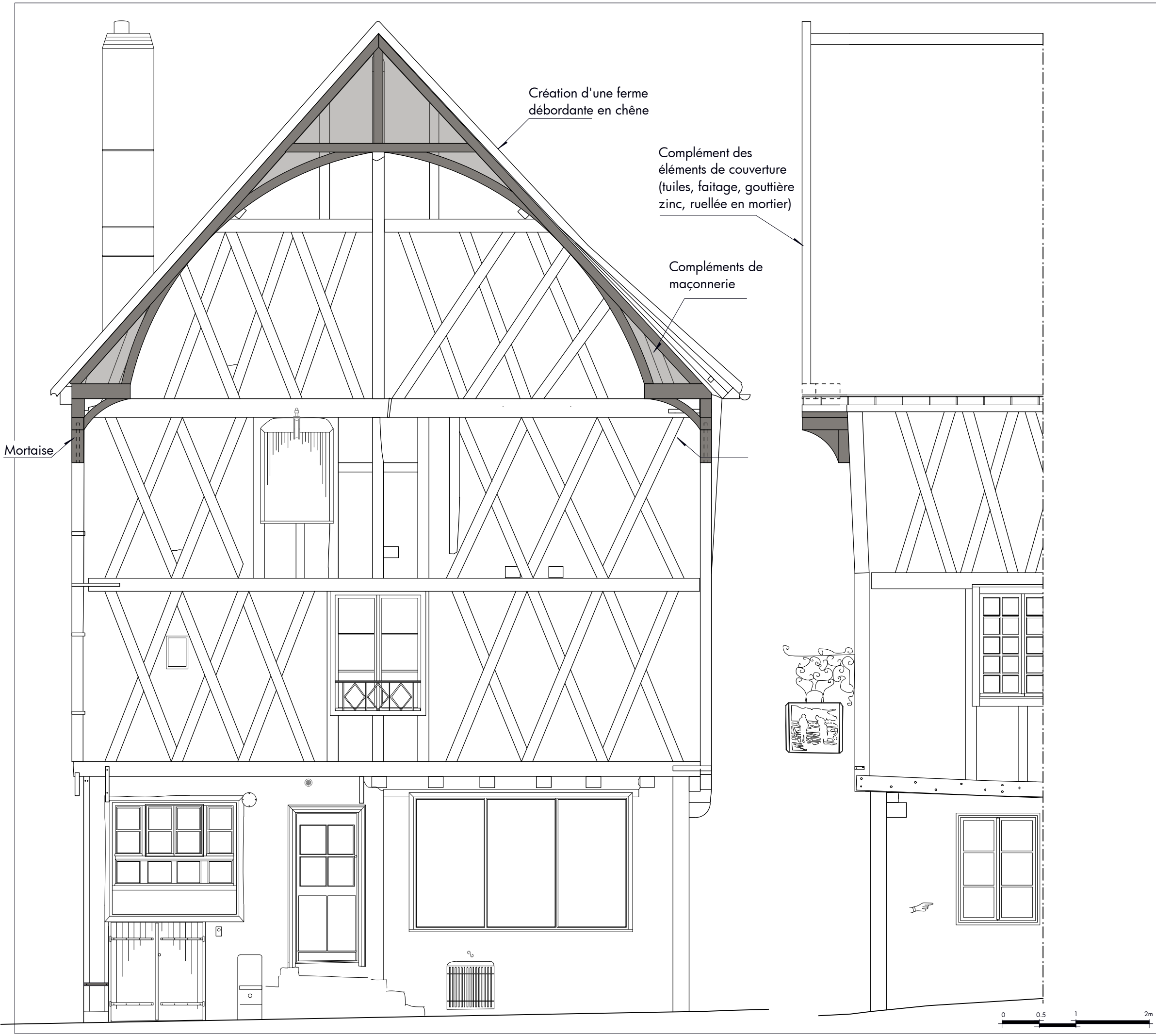
économiste
Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

// **Date** // **Indice** // **Modifications**
18/04/2014 Ind. a Première diffusion

PRINCIPE DE CONSOLIDATION

Structure bois

| | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Paul Barnoud architecte en chef des monuments historiques | Audrey Caparros chef de projet | Vivien Melcion assistant d'études |
| éch. 1/100 | avril 2014 | |
| DIAG / AVP / AT | | 05 ind.a |



Maitrise d'ouvrage : **Madame Danjean**
116 rue Jean Jaurès 93470 COUBRON / tél. 01 43 30 69 07

Maison

Restauration des structures en pans de bois

Contrat 58.13.19

architecte
A atelier **Cairn**
2 rue de Provence / 69001 Lyon / tél. 04 78 89 21 77
fax 04 78 94 08 45 / ateliersud@ateliercairn.fr



économiste
Léopold Abécassis
34 rue Saint-Antoine / 68500 Guebwiller / tél. 03 89 76 21 76
fax 03 89 74 89 59 / leopold.abecassis@wanadoo.fr

// **Date** // **Indice** // **Modifications**
18/04/2014 Ind. a Première diffusion

RESTITUTION FERME DÉBORDANTE

Façade nord

Paul Barnoud architecte en chef des monuments historiques
Audrey Caparros chef de projet
Vivien Melcion assistant d'études

éch. 1/50 avril 2014

DIAG / AVP / AT

06 ind.a



Laboratoire d'expertise du bois
et de datation par dendrochronologie



Christine Locatelli, Didier Pousset
LEB2d - SAS CIPRES - 191, rue de Belfort
BP 91302 25005 BESANCON Cedex 3

☎ 06 81 03 70 70 ✉ contact@dendro.fr

📄 <http://www.dendro.fr>

ÉTUDE ARCHÉODENDROMÉTRIQUE DE LA MAISON À PAN DE BOIS, SITUÉE PLACE SAINT-JEAN, RUE DU MARCHÉ, À CLAMECY (58)



LABORATOIRE D'EXPERTISE DU BOIS ET DE DATATION PAR DENDROCHRONOLOGIE – LEB2D
CHRISTINE LOCATELLI ET DIDIER POUSSET

COMMANDITAIRE DE L'ÉTUDE :
ATELIER CAIRN, LYON (69)

FÉVRIER 2014

Le présent rapport est à citer comme suit :

Locatelli C., Pousset D., Etude archéodendrométrique
de la maison à pan de bois, située place Saint-Jean,
rue du Marché, à Clamecy (58),
Laboratoire d'Expertise du Bois et de Datation par Dendrochronologie
(LEB2d), Besançon, 2014, 20 p.

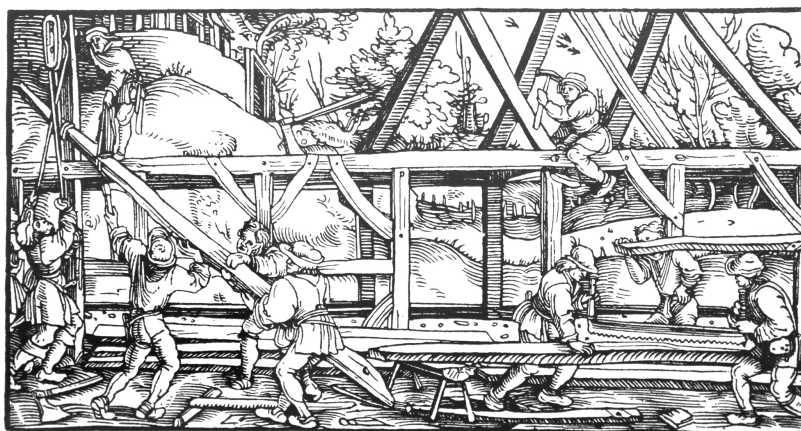
*Sauf mention particulière, tous les documents, graphiques et
photographies sont de (ou des) auteur(s) du rapport d'étude.*



Figure 1 : Maison à pans de bois, place Saint-Jean – rue du marché

I - Contexte de l'étude

Engagée dans le cadre d'un projet de travaux de restauration, l'étude archéodendrométrique¹, dont les résultats sont présentés ci-après, a été menée sur un ensemble de bois que renferment la maison à pan de bois situé place Saint-Jean, rue du marché, à Clamecy (58). Visant à dater précisément l'ensemble des structures qui la composent, cette étude a d'abord consisté, à constituer à partir des différents dispositifs rencontrés, un échantillonnage représentatif, permettant l'obtention de résultats fiables et pertinents (figure 1). Elle a porté sur un corpus composé de 26 échantillons se rapportant aux pans de bois, à la charpente de toiture, ainsi qu'à un lot de douelles réemployées pour coffrer le mur pignon donnant sur la Place (figures 5). Les observations et la collecte des échantillons sur laquelle repose cette étude, ont été réalisées les 4 et 5 février 2014.



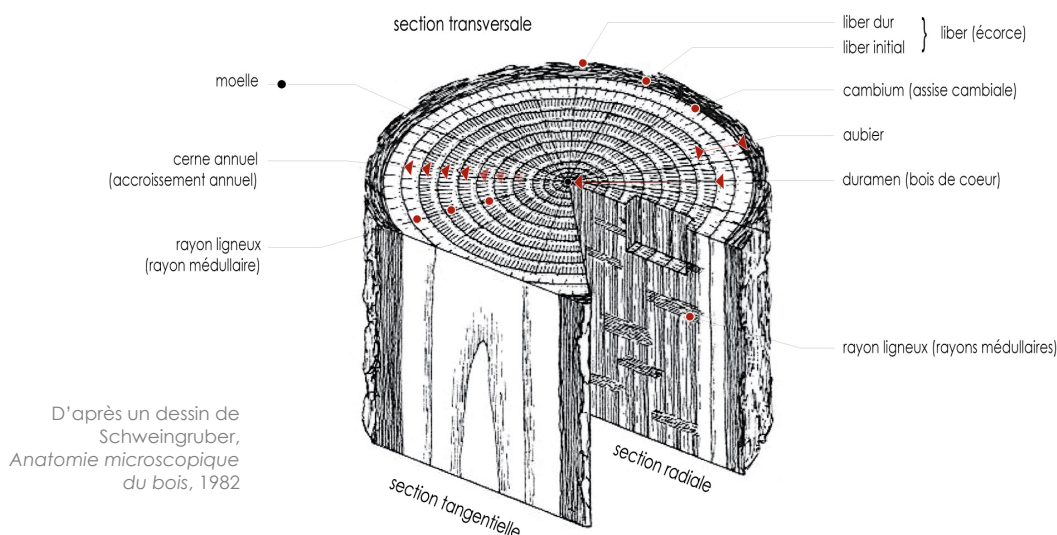
Gravure sur bois (1520)
de Hans Burgkmair,
représentant la
construction d'une maison
à pan de bois.

¹ Engagée la demande de A. Caparros et P. Barnoud ACMH, atelier Cairn - 2 rue de Provence – 69001 Lyon

II – Aspects méthodologiques et caractérisation xylodendrochronologique des bois

La dendrochronologie (du grec *dendron* : l'arbre, *chronos* : le temps et *logos* : la science) étudie la croissance radiale des arbres. Méthode de datation pertinente pour dater différents types d'ouvrages en bois, mobilier et immobilier conservés en contexte archéologique, architectural ou encore muséal², elle ne s'applique qu'à certaines essences³, celles dont la production saisonnière de tissu ligneux varie sensiblement en fonction du climat. Parmi elles, le chêne, matériau de prédilection pour la construction sous nos latitudes, forme chaque année pendant la période de végétation (printemps-été), un cerne de croissance qui constitue, si les conditions climato-environnementales ont été défavorables, un repère chronologique ; la quantité de bois produite sera moindre et la largeur du cerne de ce fait plus petite.

Les arbres d'un même genre végétal, vivant ou ayant vécu durant un même laps de temps dans des milieux analogues, élaborent donc des séries de cernes empreintes de repères communs. Le principe de la dendrochronologie repose sur ce constat et c'est par comparaison qu'il établit ou non le synchronisme entre différentes séries, c'est-à-dire leur contemporanéité.



Une datation dendrochronologique peut être précise à l'année, voire à la saison d'abattage près, quand le dernier cerne élaboré du vivant de l'arbre situé sous l'écorce (*cambium*) est observé. Lorsqu'une part des cernes périphériques est manquante, différents types de modélisation quantifiant la largeur du bois disparu et le nombre de cernes correspondant, peuvent être appliqués de manière à estimer la période d'abattage des arbres employés. Conséquemment à l'abattage, le bois était disponible et pouvait être utilisé dans des délais très courts. La mise en œuvre s'effectuait généralement dans les mois qui suivent, avant que le bois n'ait atteint son point de saturation des fibres, c'est-à-dire environ 30% d'humidité. En dessous de ce taux, la dessiccation du bois commence, entraîne des variations dimensionnelles et un durcissement tel que le bois devient difficile à travailler⁴.

² (Schweingruber *et al.*, 1990) ; (Guibal, 1991) ; (Lavier *et al.*, 2004).

³ Se prêtent à la dendrochronologie, les bois de feuillus, tels que le chêne (*Quercus sp.*), l'orme (*Ulmus sp.*), le hêtre (*Fagus silvatica L.*), le frêne (*Fraxinus excelsior L.*), le tilleul (*Tilia L.*) et les bois de résineux comme le sapin (*Abies alba Mill.*), l'épicéa (*Picea abies*), le mélèze (*Larix decidua Mill.*) et les pins (*Pinus sp.*).

⁴ (Mille, 1995) ; (Rackham, 1982) ; (Locatelli et Pousset, 2002).

L'identification taxonomique d'un bois repose sur l'observation macroscopique et microscopique des caractéristiques anatomiques qui le singularisent. Caractères constants pour une essence donnée, la nature, la forme et l'agencement des cellules constitutives sont examinés selon trois plans de références : le plan transversal (perpendiculaire à l'axe de symétrie matérialisé par la moelle de l'arbre), le plan radial (orienté de la moelle à l'écorce, suivant les rayons) et le plan tangentiel (perpendiculaire au plan radial et tangentiel aux cernes de croissances). Matériau organique, le bois relevant d'un même individu, ou de différents sujets d'une même espèce, présente toutefois des variations de structure ; cette variabilité intraspécifique étant notamment le fait de l'âge de l'arbre, de ses conditions de croissance et de l'orientation des fibres par rapport à la moelle⁵. Son analyse micrographique nécessite la confection de lames minces orientées dans les trois plans devant permettre l'examen des tissus à différents grossissements et leur caractérisation (figure 3). Identifier un bois consiste *in fine* à nommer l'arbre dont il est issu ; sont alors communément donnés le nom commercial ou vernaculaire et la dénomination botanique latine de la famille, du genre et de l'espèce lorsque c'est possible⁶.

Les échantillons prélevés pour permettre l'étude de la maison à pan de bois de la place Saint-Jean ont fait l'objet d'examens macro et micrographiques. En observant et en considérant en plan transversal, en plan tangentiel et en plan radial, les fibres, les vaisseaux, les rayons, la forme, la hauteur, la largeur, la disposition et la fréquence des cellules, il a été possible d'identifier avec certitude le chêne (*Quercus sp.*) et le hêtre (*Fagus silvatica*), (annexe 1).

Le potentiel dendrométrique d'un échantillon à l'autre s'est avéré variable. Les caractéristiques xylo-dendromorphologiques décrivent, notamment pour les pans de bois et la charpente de l'édifice, des chênes exploités à des stades de maturité similaire, mais au développement diamétral sensiblement différent, oscillant d'après les estimations entre 30 et 50 cm. Inhérent au mode de conversion des arbres en bois d'oeuvre, le maintien, sur la quasi totalité des prélèvements réalisés, de cernes d'aubiers, contigus pour certains à l'assise cambiale, a permis un phasage précis des temps d'abattage (figure 2).

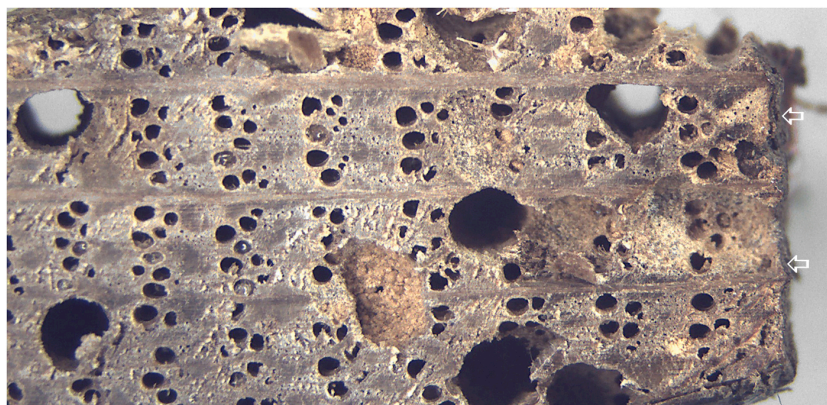


Fig. 2 : Échantillon 07 (entrait de la ferme II) : conservation de l'assise cambiale sur l'échantillon ; le dernier cerne, contigu à l'assise cambiale est complet, et signale un abattage au cours du repos de la végétation, soit en automne-hiver

⁵ (Detienne, 1988) ; (Jacquot, 1955) ; (Jacquot et al., 1973) ; (Schweingruber, 1982) ; (Venet, 1974).

⁶ Le nom du taxon est précédé de « cf » quand le niveau d'identification est incertain ; suivi de « sp » lorsque la différenciation anatomiquement de l'espèce n'est pas possible.

III – Mesures dendrométriques et datations

Le corpus d'analyse qui a été constitué est cohérent et représentatif, il se réfère tant à l'ossature et l'armature ainsi qu'aux divisions intérieures de la construction, qu'à la charpente à pannes la surmontant (figures 3 à 6) ; l'échantillonnage des douelles réemployées pour coffrer le hourdis du mur pignon le complétant (figure 7). Indispensable pour restituer les profils de croissance des arbres employés et les comparer par la suite, la mesure des échantillons a été précédée d'une étape de préparation du bois, de manière à bien mettre en évidence les limites entre les cernes de croissance⁷.

Synchroniser entre elles des séries dendrochronologiques procédant de la mesure d'échantillons distincts requiert un nombre suffisant de cernes de comparaison que la communauté de dendrochronologues a fixé, pour des raisons de validité statistique, à 80 années. Pour autant il est reconnu qu'il n'existe pas de règle absolue quant à un nombre minimum requis d'années de recouvrement et que dans le cas d'analyse d'un lot d'échantillons assurément représentatif de l'ouvrage à étudier, des corrélations peuvent être dégagées entre des séries dont les chronologies sont relativement courtes⁸.

Les séries dendrochronologiques, restituées à partir des mesures effectuées sur les échantillons collectés à Clamecy, ont été comparées entre elles. Ces comparaisons ont permis d'établir la contemporanéité de certains bois entre eux, de construire des séries moyennes plus à même de témoigner des conditions climato-environnementales subies par les arbres exploités. Deux ensembles dendrotypologiques ont ainsi été définis ; l'un se rapporte à l'ensemble des pans de bois et la charpente de toiture, l'autre aux éléments de coffrage du mur pignon donnant sur la place Saint-Jean (figure 8, annexe 2). De manière à les dater, des recherches de synchronismes ont été conduites sur un panel de chronologies ayant valeur de référence pour la Bourgogne, émanant de différentes bases de données disponibles pour la période historique⁹. Menées par glissement de pas annuel, ces recherches de synchronismes ont été quantifiées au moyen des tests de corrélation G, W, d, r, t¹⁰. Une datation dendrochronologique est retenue dès lors qu'elle se réplique de manière univoque sur un nombre important de références indépendantes et qu'elle est associée à de forts coefficients de corrélation. La précision d'une datation dendrochronologique est fonction de la nature et de l'état d'élaboration du dernier cerne observé ; mais sa pertinence est indubitablement subordonnée à la représentativité de l'échantillonnage.

Au vu des constats chronologiques établis, il a été possible de déterminer deux phases d'abattage distinctes. La plus ancienne remonte à **l'automne-hiver 1459-1460** et se réfère aux pans de bois et à la charpente de la maison ; la plus récente, concerne les chênes desquels ont été tirés les douelles en emploi, et pour lesquels seule une datation *post quem*, plaçant la formation du cerne le plus récent analysé en 1487, a été obtenue (figures 11).

⁷ La dendrochronologie repose sur l'étude des variations interannuelles des cernes de croissance des arbres, il importe donc d'avoir accès à la section du bois où la mesure de la largeur des cernes est praticable et peut être réalisée avec précision.

⁸ (Pousset, Locatelli, 2005) ; (English Heritage, 2004)

⁹ Les chronologies de référence utilisées ont été construites à partir de bois issus de contexte archéologique, architectural et muséal, dont les données ont fait l'objet de publications, d'échanges, ou sont disponibles dans les bases de données de notre laboratoire <http://dendro.fr>, et sur des bases de laboratoires partenaires <http://dendro.dans.knaw.nl/> ; <http://www.ncdc.noaa.gov/> ; <http://www.umr-lams.fr/spip.php?rubrique59>

¹⁰ (Eckstein, 1969) ; (Guibal *et al.*, 1991) ; (Baillie, Pilcher, 1973) ; (Locatelli, 1994)

Fig. 3 : Localisation des bois étudiés (dessin de l'atelier Cairn – P. Barnoud, A. Caparros, V. Melcion)

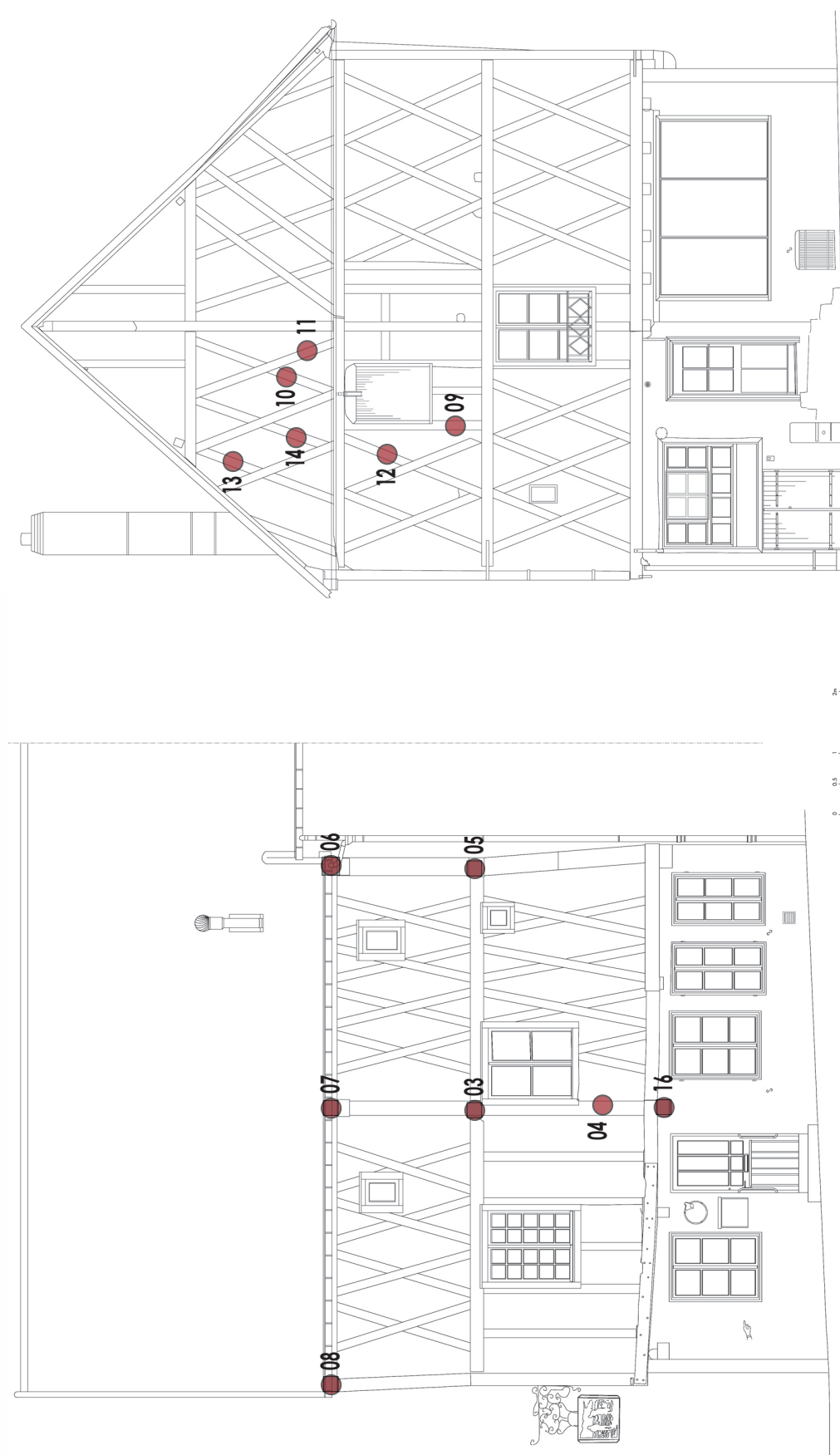




Fig. 4 : Façade Nord, pignon vu depuis la place Saint -Jean : état en février 2014 et au début du XX^e siècle (s.d.) - Façade Ouest, gouttereau vu depuis la rue du marché.



Fig. 5 : Plafond de la salle de bains au 1^{er} étage, localisation des solives échantillonnées - Pignon Nord donnant sur la place Saint Jean, vu depuis les combles (état février 2014).



Fig. 6 : Charpente à pannes composée de 3 fermes, marquées de I à III sur les faces Nord des pièces (poinçons, arbalétriers, entrails, contrefiches).



Fig. 7 : Localisation des douelles en réemploi découvertes dans les combes contre le mur pignon -
Douelles de fûts et douelles de fond,
en chêne (*Quercus sp.*) et hêtre (*Fagus silvatica*).

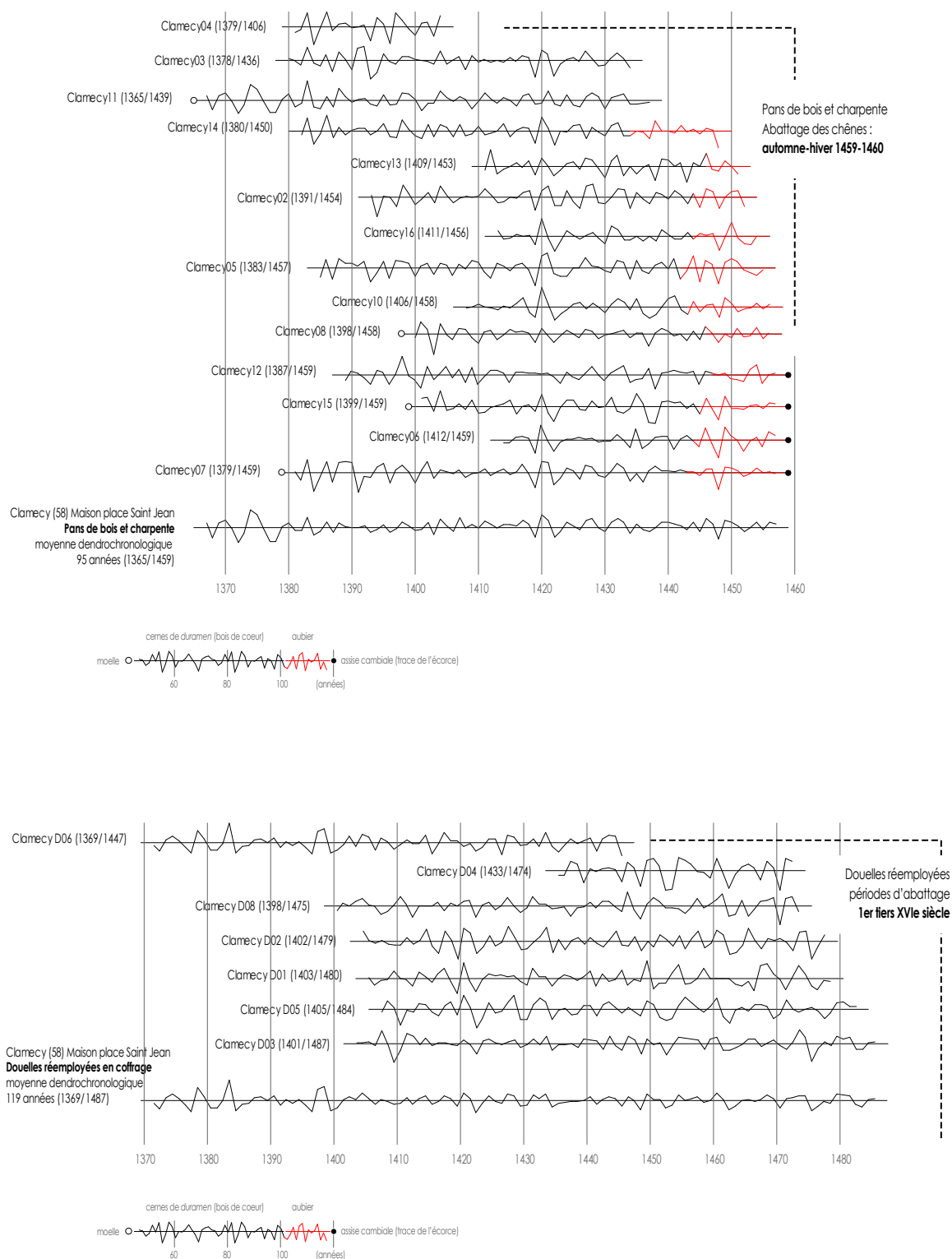


Fig. 8 : Représentation graphique en valeurs indicées des séries dendrochronologiques se référant aux pans de bois, à la charpente, et aux douelles réemployées.

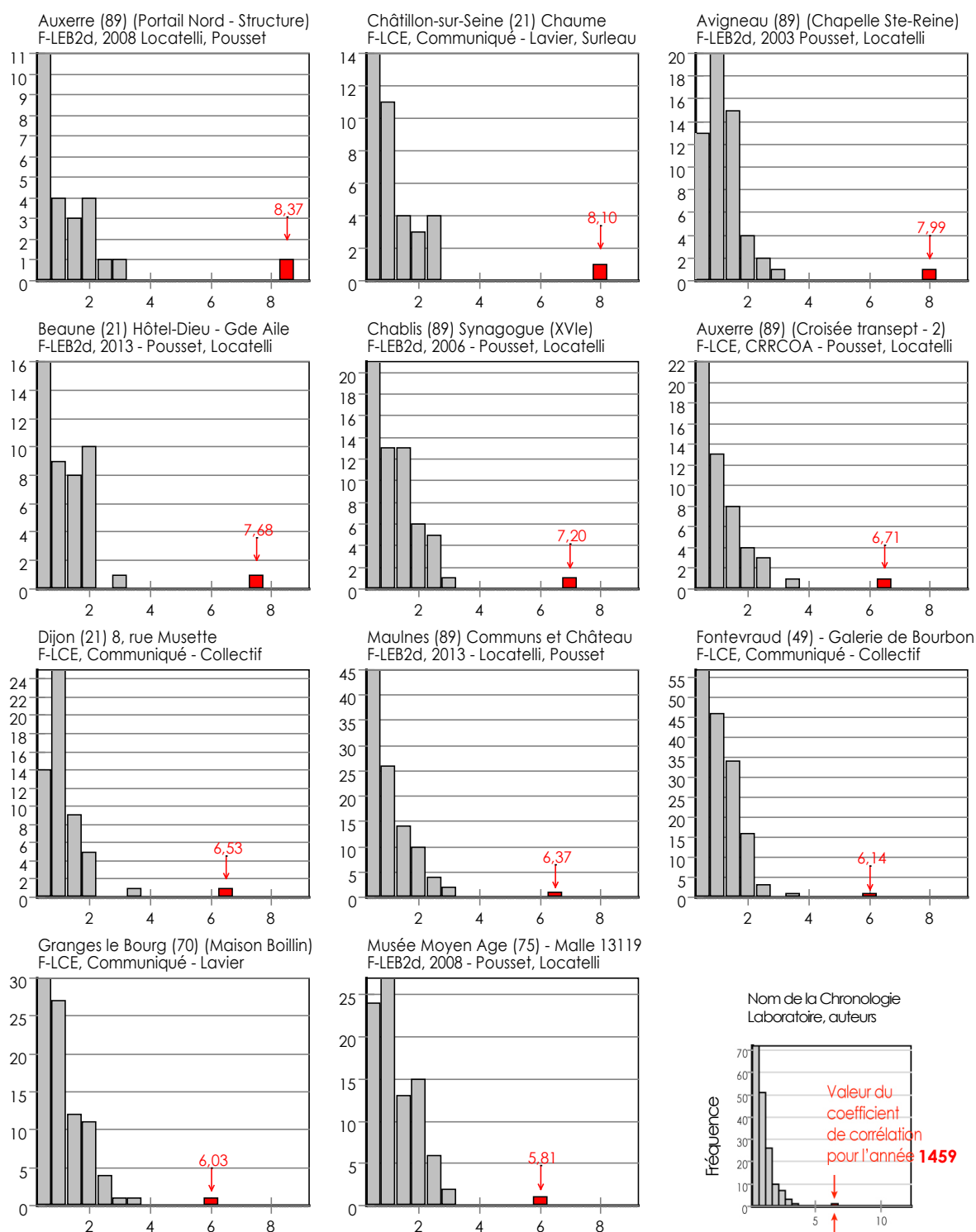


Fig. 9 : Histogrammes représentant le risque statistique de la datation obtenue entre la **série moyenne établie pour les pans de bois et la charpente**, et une sélection de chronologies de site ayant valeur de référence. Représentation des valeurs obtenues pour le test de corrélation t de student (Baillie, Pilcher 1973) : le risque d'erreur associé à la datation de **1459** est directement fonction de la dispersion de la valeur choisie par rapport aux autres propositions.
(valeurs du test t de student : 'significatif' $t > 3.5$, 'bon' $t > 4.0$, 'très bon' $t > 5.5$, 'excellent' $t > 7.0$).

F-LCE : Laboratoire de Chrono-Ecologie, Besançon (F)

F-LEB2d : Laboratoire d'Expertise du Bois et de Datation par Dendrochronologie, Besançon (F)

F-CRRCOA : Centre Régional de Restauration et de Conservation des Œuvres d'Art, Vesoul (F)

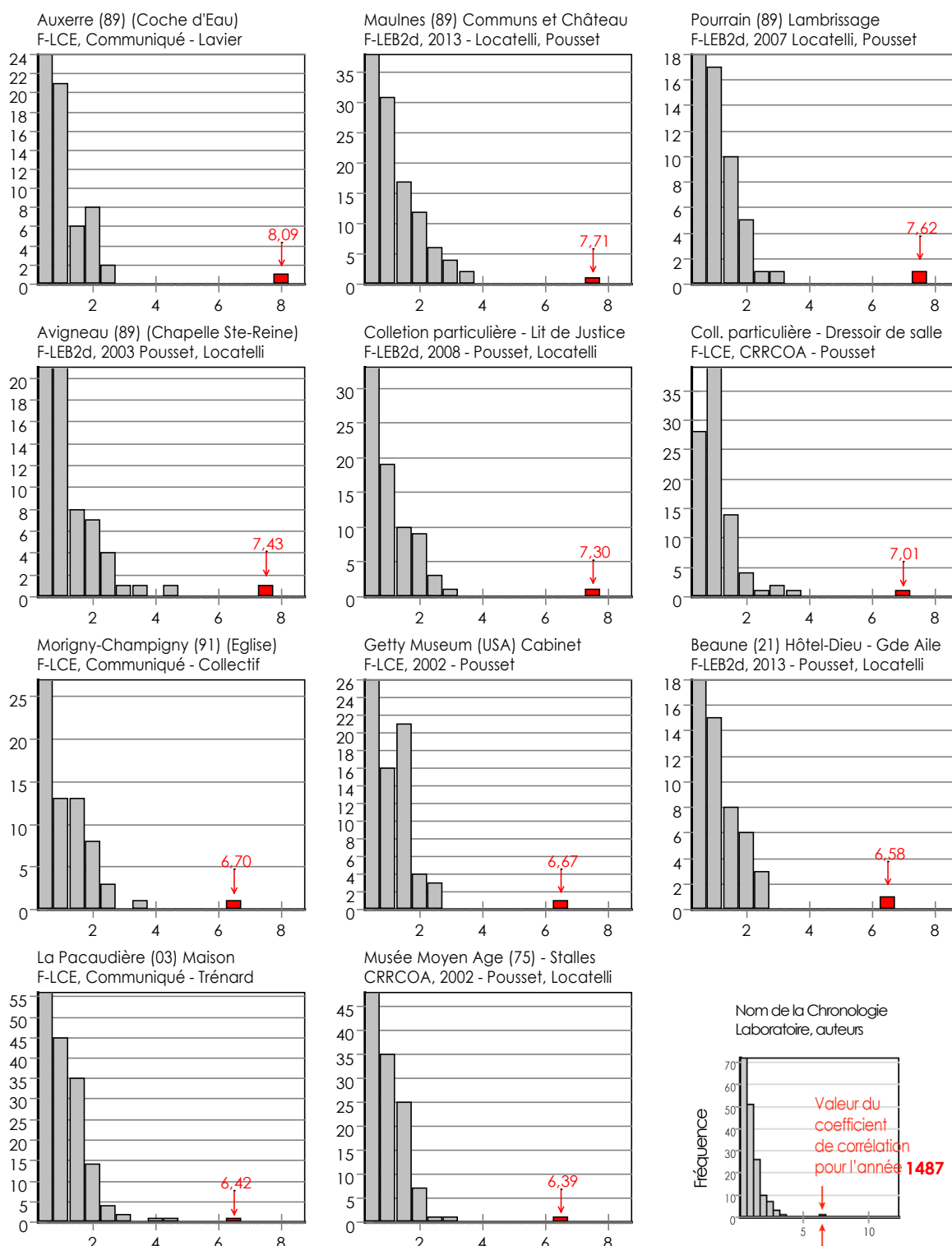


Fig. 10 : Histogrammes représentant le risque statistique de la datation obtenue entre la **série moyenne établie pour les douelles**, et une sélection de chronologies de site ayant valeur de référence. Représentation des valeurs obtenues pour le test de corrélation t de student (Baillie, Pilcher 1973) : le risque d'erreur associé à la datation de **1487** est directement fonction de la dispersion de la valeur choisie par rapport aux autres propositions.
(valeurs du test t de student : 'significatif' $t > 3.5$, 'bon' $t > 4.0$, 'très bon' $t > 5.5$, 'excellent' $t > 7.0$).

F-LCE : Laboratoire de Chrono-Ecologie, Besançon (F)

F-LEB2d : Laboratoire d'Expertise du Bois et de Datation par Dendrochronologie, Besançon (F)

F-CRRCOA : Centre Régional de Restauration et de Conservation des Œuvres d'Art, Vesoul (F)

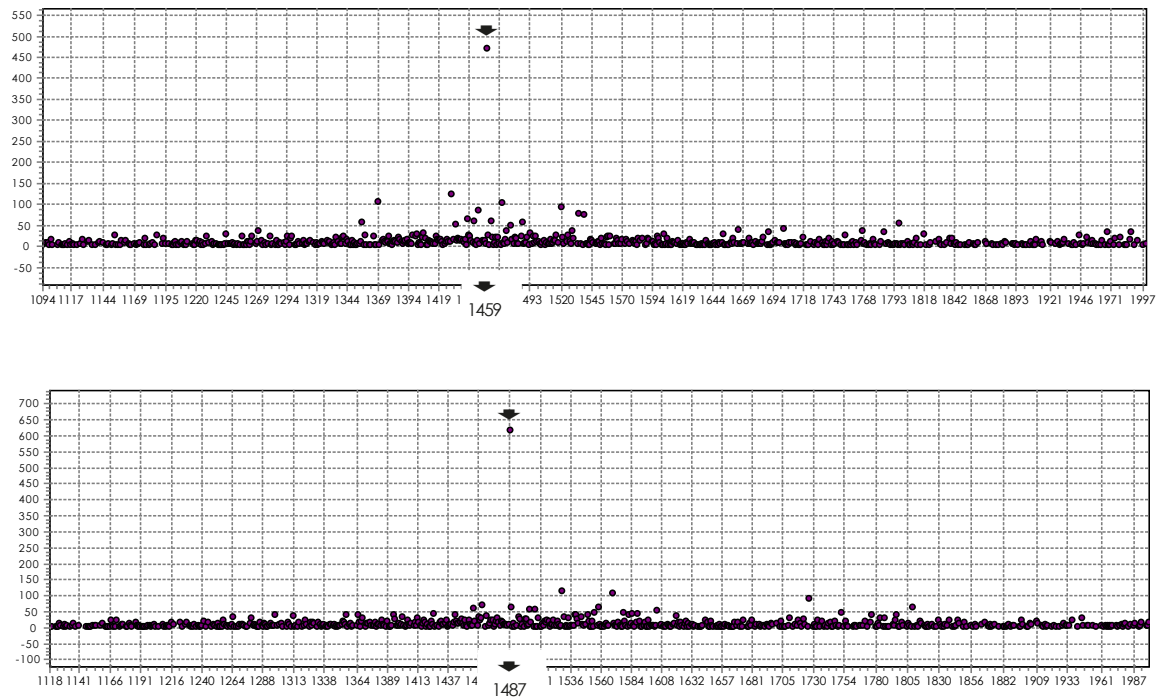


Fig. 11 : Graphiques de cumul des valeurs obtenues pour les deux séries moyennes établies pour la maison à pans de bois de la place Saint-Jean à Clamecy ; chaque point correspond à la valeur cumulée du coefficient de corrélation t de *student* pour chaque date identique trouvée. Le risque d'erreur associé aux dates de 1459 et 1487 est directement fonction de la dispersion de la valeur par rapport aux autres propositions.

IV – Interprétations des résultats et conclusion

Les résultats procédant de l'étude archéodendrométrique des pans de bois et de la charpente de la maison de la Place Saint-Jean à Clamecy font état d'un abattage des chênes employés au cours du repos de la végétation des années 1459-1460. Au regard des constats réalisés lors de cette étude, de leur pertinence, du contexte d'utilisation des bois analysés et des nombreuses démonstrations faites précédemment sur l'usage du bois dans des domaines variés de l'artisanat jusqu'à une période sub-récente¹¹, il est possible d'affirmer que la construction de cette maison a eu lieu en 1460. Le réemploi de douelles et de fonds de tonneaux pour coffrer le hourdis du mur pignon pourrait remonter, d'après des études de cas comparatifs¹² et l'interprétation qui peut être faite de la datation *post quem* obtenue¹³, au cours du premier tiers du XVI^e siècle.

Les informations parallèlement collectées aux données dendrométriques témoignent entre autres du savoir-faire des charpentiers qui ont contribué à l'édification de cette maison. Le mode de transformation des billes de chêne employé amène encore une fois à penser que la mise en œuvre a été rapide ; l'équarrissage et le façonnage à la hache, à la doloire et à l'herminette permettant à la fois une optimisation du matériau bois et une rapidité d'exécution. La réalisation des éléments porteurs dans des chênes de gros calibres aux accroissements annuels moyens supérieurs à 2,5 mm est délibérée ; correspondant aux standards recherchés pour supporter les charges et assurer la cohésion des assemblages de l'ossature et de la charpente, ces arbres présentent une importante proportion de bois d'été, soit de fibres, ce qui leur confère une grande résistance mécanique. Des arbres, dont le développement diamétral a été plus lent, ont fourni le bois d'œuvre pour l'armature de la maison.

Les résultats obtenus évoquent en outre l'origine biogéographique des arbres exploités. En dépit d'un réel déficit de données xylodendrochronologiques de comparaison pour la Nièvre, le recours à un bois d'œuvre relevant d'un approvisionnement local apparaît indéniable. Les mesures dendrométriques réunies grâce à l'étude de la maison à pans de bois de la place Saint-Jean sont d'autant plus précieuses pour la recherche, qu'aucune données historiques n'apparaissaient jusqu'alors référencées pour la ville médiévale de Clamecy.

¹¹ (Locatelli, Poussel, 2010) ; (Mille, 1995)

¹² (Locatelli, Poussel, 2013)

¹³ Bien que l'on ne puisse estimer le nombre de cerne éliminés lors des étapes de façonnage des douelles, l'hypothèse d'abattages dans les années 1510 peut être avancée d'un point de vue technologique ; le mérandier et le tonnelier ayant très certainement cherché à optimiser la matière première dont ils disposaient. La variation du nombre moyen de cerne d'aubier, calculée à partir d'un important panel de chênes de la période médiévale et post-médiévale, suit une distribution de 18 ± 9 années (pour 95% des bois), (Locatelli et al., 2011) ; (Marot et al., à paraître).

V – Orientations bibliographiques

Aléon D., Chanrion P., Negrie G., 1995 - *Le ressuyage et le séchage naturel des sciages feuillus*, Paris, CTBA, 1995, 120 p.

Baillie M.G.L., Pilcher J.-R., 1973 - A simple cross dating program for tree-ring research, *Tree-Ring Bulletin*, 33, Tree-Ring Society Laboratory of Tree-Ring Research, Tucson, pp. 7-14.

Cartannaz G., 2007 - *Nouveau dictionnaire pratique du bois de menuiserie, ébénisterie, charpente*, Editions Vial, Paris, 366 p.

Detienne, P., 1988 - Cours illustré d'anatomie des bois . Centre Technique Forestier Tropical, CIRAD. 47 p.

Eckstein D., 1969 - *Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung der Siedlung Haithabu*, Thesis, University Hamburg, 113 p.

English Heritage, 2004 - Guidelines on producing and interpreting dendrochronological dates, English Heritage, London, 40 p.

Gerner M., 1995 - Les assemblages des ossatures et charpentes en bois, Coll. Construction, Entretien, Restauration, Editions Eyrolles, Paris, 190 p.

Guibal F., 1991 - La dendrochronologie : méthode et potentialités, *Revue Archipal*, 30.

Guibal F., Lambert G.-N., Lavier C., 1991 - Application de trois tests de synchronisation à trois types de données. *Dendrochronologia*, 9, Instituto Italiano di Dendrochronologia, LaboStoriaNat Verona, pp. 193-206.

Houdart T., 2002 - *Toits de bois en Europe, du Limousin aux Carpathes*, Coll. Technique et Civilisations du Bois, Maïade, p. 50

Kaennel M., Schweingruber F.H., 1995 - *Multilingual Glossary of Dendrochronology*, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 467 p.

Jacquot, C., 1955 - Atlas d'anatomie des bois de Conifères . Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (2 vol), Paris.

Jacquot, C., Trenard, Y., Dirol, D., 1973 - Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes . Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (2 vol), Paris.

Lavier C., 1997 - The use of dendrochronology for the analysis of works of art, *Proceedings, 3rd International Symposium on Wood and Furniture Conservation*, Amsterdam, P. van Duin, D. van Loosdrecht, D. Wheeler, Amsterdam, pp. 61-65.

Lavier C., Locatelli C., Pousset D., 2004 - De l'artefact en bois à la nature forestière : quelques histoires parlantes, *La revue forestière française*, LVI, numéro spécial "le bois dans son futur", ENGREF, Nancy, pp. 17-29.

Locatelli C., 1994 - *La chronologie du premier millénaire avant notre ère dans le Nord-Est de la France. Questions et réponses du dendrochronologue*, Mémoire de maîtrise, UFR Franche-Comté.

Locatelli C., 2002 - Les charpentes de l'ancien palais synodal et de la cathédrale Saint-Etienne a Auxerre, *Les charpentes du XIe au XIXe siècle. typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, Coll. Cahiers du Patrimoine, 62, Editions du patrimoine, pp. 142-145.

Locatelli C., Lavier C., Pousset D., 2011 - Synopsis des chantiers de bois de la cathédrale d'Auxerre depuis 1235, *Saint-Etienne d'Auxerre, la seconde vie d'une cathédrale*, Actes de colloque d'Auxerre (27-28 sept. 2007), Editions Picard, pp. 177-181.

Locatelli C., Pousset D., 2002 - Les charpentes et les lambris, *Vie de cour en Bourgogne à la fin du Moyen Age*, Coll. Histoire et Archéologie, [coord. P. Beck], Alan Sutton, Saint-Cyr-sur-Loire, pp. 86-98.

Locatelli C., Pousset D., 2005 - Des forêts d'Argilly, de Borne, de Champ-Jarley, d'Epenôt aux charpentes de l'Hôtel-Dieu, *L'Hôtel-Dieu de Beaune*, Somogy, coédité avec les Hospices de Beaune, pp. 21-25.

Locatelli C., Pousset D., 2012 - *Inventaire, études xilo-dendrochronologiques et examens tracéologiques des vestiges ligneux découverts sur le site de la ZAC Avaricum à Bourges (18)*. Laboratoire d'Expertise du Bois et de Datation par Dendrochronologie (LEB2d), Besançon, vol. catalogue (340 p), 77 p.

Locatelli C., Pousset D., 2013 - *Etude xylologique, tracéologique et dendrochronologique des bois découverts lors des fouilles archéologiques, rue Wassendaele et rue Coppens, à Hondshoote (59)*, Janvier 2013 (vol. catalogue 96 fiches), Laboratoire d'Expertise du Bois et de Datation par Dendrochronologie (LEB2d), Besançon, 31 p.

Marot E., Fondrillon M., Locatelli C., Pousset D., Un moulin hydraulique (fin XIIe – fin XIIIe s.) découvert à Bourges (Cher) : données archéologiques et dendrométriques, *Actes du Colloque Archéologie des moulins hydrauliques*, nov. 2011, Lons le Saunier, à paraître.

Mille P., 1995 - L'usage du bois vert au Moyen Age : de la contrainte technique à l'exploitation organisée des forêts, *L'Homme et la Nature au Moyen Age*, Coll. Archéologie aujourd'hui, Actes du Ve congrès international d'archéologie médiévale, Grenoble, 6-9 octobre 1993, Dir. Colardelle M., Errance, Paris, pp. 165-169.

Munaut A.V., 1988 - *Les cernes de croissance des arbres (la dendrochronologie)*, Coll. Typologie des sources du Moyen Âge occidental, B.III-2, Fasc. 53, Brepols, Turnhout, 51 p.

Nepveu G., 1990 - Les facteurs influençant la qualité du bois de chêne (Chêne rouvre et Chêne pédonculé), *Revue Forestière Française*, XLII 2-1990, Ecole Nationale du Génie rural des Eaux et des Forêts, pp. 128-133.

Newman R., 2007 - *La construction à ossature traditionnelle en chêne*, (édition originale 2005), éd. Eyrolles, Paris, 190 p.

Rackham O., 1982 - The growing and transport of timber and underwood, *Woodworking techniques before A.D. 1500*, BAR International Series, 129, Symposium at National Maritime Museum, Greenwich, September 1980, Sean Mc Grail, Londres, pp. 199-218.

Schweingruber F.-H., 1982 - *Anatomie microscopique du bois*, Teufen Ch, Kommissionsverlag F. Flück-Wirth, 226 p.

Simpson W.-G., Litton C.-D., 1996 - Dendrochronology in Cathedrals, *The Archaeology of Cathedrals*, 42, Oxford University Committee for Archaeology, T. Tatton-Brown, J. Munby, pp. 183-209.

Storck J.-J., s.d. - *Dictionnaire Pratique de Menuiserie, Ebénisterie, Charpente*, 3 vol., Paris.

Venet J., 1974 - Identification et classement des bois français. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy.

Annexe 1 : Caractéristiques xylo-dendrochronologiques des bois étudiés

| Caractéristiques xylo-dendrochronologiques des bois étudiés | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Bois | Désignation de la pièce | Essence | cernes mesurés | larg. moy. 1/100 mm | Etat dernier cerne | Datation |
| Pan de bois et charpente | 01 Solive plafond - 1 ^{er} étage | chêne (Quercus sp.) | non exploitable | - | - | |
| | 02 Solive plafond - 1 ^{er} étage | chêne (Quercus sp.) | 64 | 163 | aubier, 10 cernes | 1391-1454 |
| | 03 Poutre porteuse médiane - 1 ^{er} étage | chêne (Quercus sp.) | 59 | 271 | - | 1378-1436 |
| | 04 Poteau médian - façade Ouest - 1 ^{er} étage | chêne (Quercus sp.) | 28 | 263 | - | 1379-1406 |
| | 05 Poutre porteuse Sud - 1 ^{er} étage | chêne (Quercus sp.) | 75 | 260 | aubier, 15 cernes | 1383-1457 |
| | 06 Entrait ferme III - Charpente | chêne (Quercus sp.) | 48 | 318 | cambium | 1412- 1459 |
| | 07 Entrait ferme II - Charpente | chêne (Quercus sp.) | 81 | 238 | cambium | 1379- 1459 |
| | 08 Entrait ferme I - Charpente | chêne (Quercus sp.) | 61 | 256 | aubier, 12 cernes | 1398-1458 |
| | 09 Colombe pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | non exploitable | - | - | - |
| | 10 Echarpe pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | 53 | 201 | aubier, 15 cernes | 1406-1458 |
| | 11 Echarpe Pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | 75 | 99 | duramen | 1365-1439 |
| | 12 Echarpe Pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | 73 | 86 | cambium | 1387- 1459 |
| | 13 Echarpe Pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | 45 | 149 | aubier, 7 cernes | 1409-1453 |
| | 14 Echarpe Pignon Nord | chêne (Quercus sp.) | 71 | 117 | aubier, 16 cernes | 1380-1450 |
| | 15 Poinçon ferme III - Charpente | chêne (Quercus sp.) | 61 | 188 | cambium | 1399- 1459 |
| | 16 Sommier central - Rez de chaussée | chêne (Quercus sp.) | 46 | 306 | aubier, 12 cernes | 1441-1456 |
| Douelles en réemploi | D-01 Douelle | chêne (Quercus sp.) | 78 | 155 | duramen | 1403-1480 |
| | D-02 Douelle | chêne (Quercus sp.) | 78 | 121 | duramen | 1402-1479 |
| | D-03 Douelle | chêne (Quercus sp.) | 87 | 140 | duramen | 1401-1487 |
| | D-04 Douelle | chêne (Quercus sp.) | 42 | 269 | duramen | 1433-1474 |
| | D-05 Douelle de fond | chêne (Quercus sp.) | 80 | 172 | duramen | 1405-1484 |
| | D-06 Douelle de bonde | chêne (Quercus sp.) | 79 | 114 | duramen | 1369-1447 |
| | D-07 Douelle | chêne (Quercus sp.) | 36 | 230 | duramen | - |
| | D-08 Douelle de fond | chêne (Quercus sp.) | 78 | 150 | duramen | 1398-1475 |
| | D-09 Douelle | hêtre (Fagus sylvatica) | non exploitable | - | - | - |
| | D-10 Douelle | chêne (Quercus sp.) | non exploitable | - | - | - |

Annexe 2

Valeurs dendrométriques des séries moyennes établies pour la maison place Saint Jean, à Clamecy

Site /objet : Maison Place St Jean / Douelles
Rue / Commune : Rue du marché / Clamecy
Département / Région : Nièvre (58) - Bourgogne
Laboratoire (auteurs) : LEB2d (C. Locatelli, D. Pousset)
Espèce : *Quercus sp.* (chêne)
Nombre de composantes : 7

. Clamecy (58) Maison Place St Jean (douelles)

LON 119
ORI 1369
TER 1487
Valeurs naturelles (1/100^e mm)

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 175 | 165 | 142 | 122 | 154 | 162 | 142 | 123 | 102 | 161 |
| 128 | 103 | 106 | 118 | 189 | 98 | 114 | 108 | 126 | 130 |
| 113 | 118 | 87 | 92 | 78 | 83 | 79 | 76 | 122 | 150 |
| 133 | 134 | 162 | 191 | 198 | 236 | 202 | 162 | 160 | 144 |
| 140 | 136 | 153 | 141 | 162 | 172 | 148 | 159 | 166 | 162 |
| 133 | 165 | 138 | 101 | 126 | 151 | 152 | 165 | 199 | 192 |
| 154 | 154 | 196 | 176 | 216 | 142 | 154 | 150 | 160 | 154 |
| 147 | 170 | 153 | 159 | 176 | 157 | 134 | 147 | 135 | 115 |
| 163 | 152 | 141 | 113 | 122 | 178 | 184 | 210 | 187 | 171 |
| 157 | 167 | 136 | 91 | 98 | 113 | 127 | 134 | 148 | 168 |
| 164 | 126 | 159 | 165 | 159 | 153 | 96 | 109 | 121 | 129 |
| 177 | 199 | 183 | 163 | 139 | 157 | 158 | 168 | 161 | |

Site /objet : Maison Place St Jean / Pan de bois
Rue / Commune : Rue du marché / Clamecy
Département / Région : Nièvre (58) - Bourgogne
Laboratoire (auteurs) : LEB2d (C. Locatelli, D. Pousset)
Espèce : *Quercus sp.* (chêne)
Nombre de composantes : 14

. Clamecy (58) Maison Place St Jean (pan de bois et charpente)

LON 95
ORI 1365
TER 1459
Valeurs naturelles (1/100^e mm)

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 130 | 248 | 199 | 107 | 166 | 145 | 98 | 58 | 81 | 172 |
| 124 | 60 | 30 | 156 | 285 | 240 | 216 | 190 | 294 | 178 |
| 204 | 297 | 199 | 315 | 264 | 260 | 224 | 225 | 155 | 173 |
| 210 | 171 | 229 | 253 | 226 | 206 | 253 | 293 | 227 | 326 |
| 270 | 235 | 273 | 231 | 231 | 208 | 238 | 239 | 238 | 243 |
| 246 | 255 | 257 | 239 | 168 | 261 | 201 | 145 | 164 | 199 |
| 219 | 219 | 268 | 269 | 233 | 219 | 253 | 259 | 228 | 166 |
| 190 | 147 | 152 | 170 | 193 | 195 | 180 | 172 | 150 | 164 |
| 131 | 163 | 139 | 104 | 148 | 139 | 146 | 126 | 135 | 168 |
| 163 | 194 | 174 | 167 | 156 | | | | | |

Archivage des données

Archivées dans la base de données du laboratoire, les mesures dendrométriques, procédant de l'analyse de ces échantillons, sont tenues à disposition. Leur agrégation à une banque de référentiels dendrochronologiques publics, sera possible par l'édition et la mise en ligne des données collectées sur le site NOAA Paleoclimatology (ITRDB - International Tree-Ring Data Base), à l'adresse suivante :

<http://hurricane.ncdc.noaa.gov/pls/paleox/f?p=518:1:1642696056668474::APP:PROXYTOSEARCH:18:>