

Analyse par dendrochronologie de bois provenant de la Tour Lacassagne, à Boé (47)



Limoges – mars 2006

Analyse par dendrochronologie de bois provenant de la Tour Lacassagne, à Boé (47)

Christelle Belingard
Docteur en sciences
Dendrochronologue

Route des arches
Chantelauve
87270 Chaptelat
05 55 39 61 58
christelle.belingard@worldonline.fr

Partenaires :

CEDRE (base de données)
12 av. de Chardonnet
25000 Besançon

Dtalents (portage salarial)
29, av. du Général Leclerc
87100 Limoges

Dans le cadre de l'étude d'archéologie du bâti réalisée par HADES
et financée par le SRA d'Aquitaine et la commune de Boé.

Principe de l'analyse dendrochronologique

L'arbre, enregistreur des variations de son environnement

Sous l'influence des facteurs environnementaux à impact permanent comme le climat et à impact occasionnel, comme les hommes, les animaux et les autres végétaux, la largeur des cernes annuels des arbres – c'est à dire la quantité de bois produit – varie d'une année à l'autre. L'utilisation des cernes de croissance des arbres à des fins scientifiques repose sur cette variabilité

L'arbre est alors considéré comme un enregistreur permanent et automatique des variations de son environnement

Variations dans le temps : le signal de haute et basse fréquence.

Lorsqu'on analyse le patron de croissance d'un arbre ou d'un groupe d'arbres, on distingue deux niveaux temporels de lecture (Fritts, 1987 ; Schweingruber, 1988) :

- le signal de haute fréquence, dont le pas de temps est annuel, représente les variations rapides (interannuelles) de la largeur des cernes et il est presque exclusivement lié aux conditions climatiques durant la saison de végétation.
- le signal de moyenne et basse fréquence dont le pas de temps varie de quelques années à plusieurs dizaines d'années est lié non seulement aux cycles et tendances climatiques mais aussi aux fluctuations des facteurs biotiques (déboisement, reforestation, etc...).

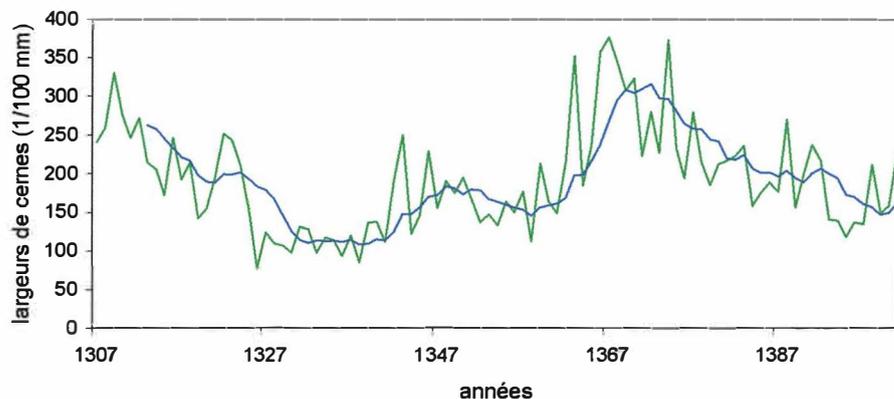


Figure 1 : patron de croissance d'un arbre, montrant le signal de haute fréquence (en vert) et le signal de moyenne fréquence (en bleu)

Variations dans l'espace et variabilité interindividuelle : travailler sur des groupes d'arbres

La variabilité inter-individuelle du signal enregistré peut être importante. En effet, en fonction de ses exigences écologiques (liées à l'essence) et des particularités microstationnelles (substrat, statut dans le boisement...), chaque arbre inscrit dans ses cernes de croissance sa propre interprétation des variations de l'environnement.

Les analyses dendrochronologiques sont donc menées sur des groupes d'arbres ou de bois, car on considère que pour être le reflet d'un changement environnemental, une variation donnée dans la largeur des cernes doit concerner plusieurs individus (Schweingruber et al, 1990).

Les variations de croissance d'origine climatiques sont observées à une échelle régionale, alors que les perturbations d'origine biotique comme les déboisements / chablis, régénération de la forêt / plantations, pullulation de ravageurs, émondage... sont observées à une échelle locale, voire stationnelle (Belingard et al. , 1997).

La datation des bois anciens et les contraintes méthodologiques liées au fonctionnement des arbres et à l'utilisation des statistiques

La datation des bois anciens par analyse dendrochronologique repose sur la comparaison des patrons de croissance des bois à dater avec le patron de croissance d'ensembles de bois déjà datés (références régionales et locales).

Cette comparaison est menée sur le signal de haute fréquence parce qu'il est quasi exclusivement d'origine climatique, c'est-à-dire enregistré à une échelle régionale et non perturbé par les changements environnementaux locaux d'origine biotique (voir plus haut). Elle est réalisée à l'aide de calculs statistiques, notamment des calculs de corrélations entre les séries de cernes standardisées (voir annexe).

Trois contraintes méthodologiques, découlant de ce qui vient d'être exposé, sont à souligner car elles influent directement sur l'obtention de la date et sa fiabilité :

- la présence ou non de références régionales et locales proches du site à dater : plus les références sont éloignées du site à dater, plus les corrélations risquent d'être faibles.
- le nombre d'individus composant la chronologie de site : idéalement un lot de 5 à 10 bois par période chronologique supposée.
- la longueur (nombre d'années) des séries de cernes : la datation à plus de chances d'aboutir avec une (ou des) chronologie(s) de site de plus de 80 ans.

Le protocole et la méthode mis en œuvre pour cette étude résultent d'échanges réguliers avec un réseau de collègues et de partenaires. Il s'agit du protocole et de la méthode développés par les chercheurs du laboratoire de Chrono-Ecologie de Besançon et adaptés par le CEDRE aux problématiques des structures privées (voir en annexe).

Introduction

La tour Lacassagne est située sur la commune de Boé dans le Lot-et-Garonne. Il s'agit d'une tour maîtresse de type maison forte, construite sur une motte artificielle, en bordure de la Garonne. L'étude des éléments d'architecture, réalisée par HADES, situe sa construction dans la seconde moitié du XIV^e siècle ou au début du XV^e. Des aménagements de défense lui sont ajoutés pendant la Guerre de 100 ans, puis ils sont renforcés à l'époque moderne (XVI^e – XVII^e).

L'analyse dendrochronologique porte sur des bois des trois plafonds de la tour. Elle a pour objectif de préciser la chronologie des différentes phases de travaux (rehausses) effectués sur le bâtiment entre les XIV^e et XV^e siècle.

Matériel analysé

Les bois analysés sont tous en sapin (*Abies alba* Mill.). Un lot de 9 échantillons est constitué à travers les bois des 3 plafonds de la tour. Les prélèvements sont effectués en priorité sur les poutres, qui sont sélectionnées en fonction de leur accessibilité et des observations de terrain quant à leur appartenance à la période chronologique recherchée. Concrètement, une poutre incluse dans le mur au RDC est laissée de côté, de même qu'une poutre non peinte – constituant manifestement une réparation - du plafond du 1^{er} étage (photo1). Des prélèvements sont également effectués sur deux solives (photo 2) et deux morceaux de solives cassées sont récupérés.

Les poutres sont de section rectangulaire (env. 40 x 20 cm). Deux poutres et plusieurs solives du plafond du 1^{er} étage sont peintes en jaune. Les observations effectuées sur le site (fentes du bois) suggèrent que chaque poutre correspond à une bille de sapin, sauf celle échantillonnée au RDC, qui est probablement taillée dans une demi - bille (fente de retrait d'un seul côté).



Photo 1 : plafond du 1^{er} étage



Photo 2 : prélèvement sur une solive du plafond du RDC

Les échantillons sont prélevés à l'aide d'une tarière. La liste des bois étudiés est présentée dans le tableau 1 et leur localisation est portée sur la figure 1. Les échantillons de bois sont surfacés et les séries de cernes mesurées avec une précision de 1/100 mm, sauf l'échantillon n°5 (une des solives cassées) qui n'a pu être surfacé car le bois était trop dégradé.

Identificateur	Localisation	Nombre de cernes mesurés	Observations
Boe3	Solive plafond RDC	52	
Boe4	Solive plafond RDC	58	Solive cassée
Boe5	Solive plafond RDC	Non mesuré	Solive cassée
Boe9	Poutre plafond RDC	209	Demi bille
Boe1	Poutre 1 ^{er} étage	110	Peinte en jaune
Boe2	Poutre 1 ^{er} étage	155	Peinte en jaune
Boe6	Poutre 2 ^e étage	111	
Boe7	Poutre 2 ^e étage	103	
Boe8	Solive 2 ^e étage	39	

Tableau 1 : liste des échantillons

Références utilisées

En fonction du nombre et de la répartition géographique des bois qui les composent, on distingue :

- les références régionales qui sont construites à partir des bois de plusieurs sites localisés dans une même zone bioclimatique, laquelle peut être assez vaste.
- les références locales qui sont construites à partir d'un ou plusieurs sites d'une ville donnée.

La sécurité statistique est maximale quand le synchronisme est significatif entre la chronologie à dater et plusieurs références les plus indépendantes possible les unes des autres : c'est-à-dire construites avec des bois différents et par des auteurs variés.

Les références actuellement disponibles pour le sapin font partie des bases de données suivantes :

- Base CNRS, version publique du 30 septembre 2002 (*Auteurs : CNRS, Université de Franche-Comté, Besançon : Vincent Bernard, Virginie Chevrier, Claire Doucerain, Olivier Girardclos, Frédéric Guibal, Georges Lambert, Catherine Lavier, Christine Locatelli, Christophe Perrault, Patricia Perrier*)
- Base Cedre
- Références communiquées par leurs auteurs (cf Bibliographie)
- Références publiées

Les références utilisées pour cette étude sont listées dans le tableau 2.

Références régionales	Période	Auteurs	Références publication
Lorraine résineux	1059 - 1983	W. Tegel	inédit
Franche-Comté 19 Abies	1149 - 1992	LCE	LCE - 2002
Vosges Nord Moy3	1368 - 1742	LCE	LCE - 2002

Références locales	Période	Auteurs	Références publication
Montbéliard (25) Plafond Tour Henriette	1428 – 1587	LCE	LCE – 2002
Saint-Claude (39) Palais Abbatial	1266 – 1578	Cedre	
La Croix aux Mines (88) Mine M1	1395 – 1516	LCE	LCE – 2002
Thiers (63) 1 place Lafayette 3	1400 – 1518	Cedre	
Montauban (82) 5 Place Nationale	1450 - 1634	Cedre	

Tableau 2 : liste des références utilisées pour l'étude (LCE : Laboratoire de Chrono-Ecologie (CNRS))

Datation

Constitution des chronologies de site

Les chronologies individuelles sont comparées 2 à 2. Les tests statistiques montrent que les cinq poutres sont contemporaines, au moins sur une partie de leur croissance, ce qui permet de les assembler en une chronologie moyenne de site, BoeM2, longue de 209 ans.

Les solives ne peuvent être rattachées à la moyenne de site (risque d'erreur trop important) et demeurent isolées.

Résultats de la datation

Recherche de synchronisme

Les figures 2 et 3 présentent les résultats des recherches de synchronisme entre BoeM2 et les références.

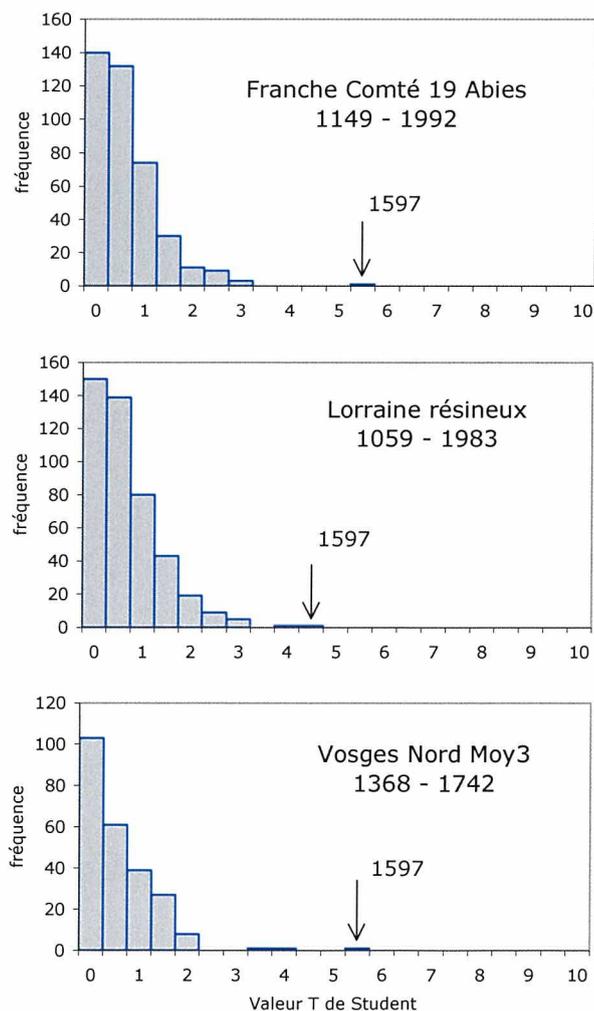
La flèche marque la valeur T du test statistique à la date retenue pour le dernier cerne mesuré de BoeM2. Plus cette flèche est éloignée des autres propositions du test, plus le risque d'erreur est faible. Cette procédure permet de définir le risque pris par l'opérateur :

- si la flèche est très éloignée de la distribution statistique sur plusieurs références, alors le risque d'erreur est très faible et tend vers 0. Il est dit quasi-nul.

- si la flèche n'est pas très nettement dégagée de la distribution, alors le risque est faible. Mais il n'est pas à négliger.

- si la valeur retenue ne dépasse pas significativement les autres propositions du test, alors la date n'est pas validée ou sa pertinence doit être discutée par une confrontation avec les résultats des diverses expertises mises en œuvre pour le site.

Figure 2 : résultats de la comparaison de BoeM2 avec les références régionales



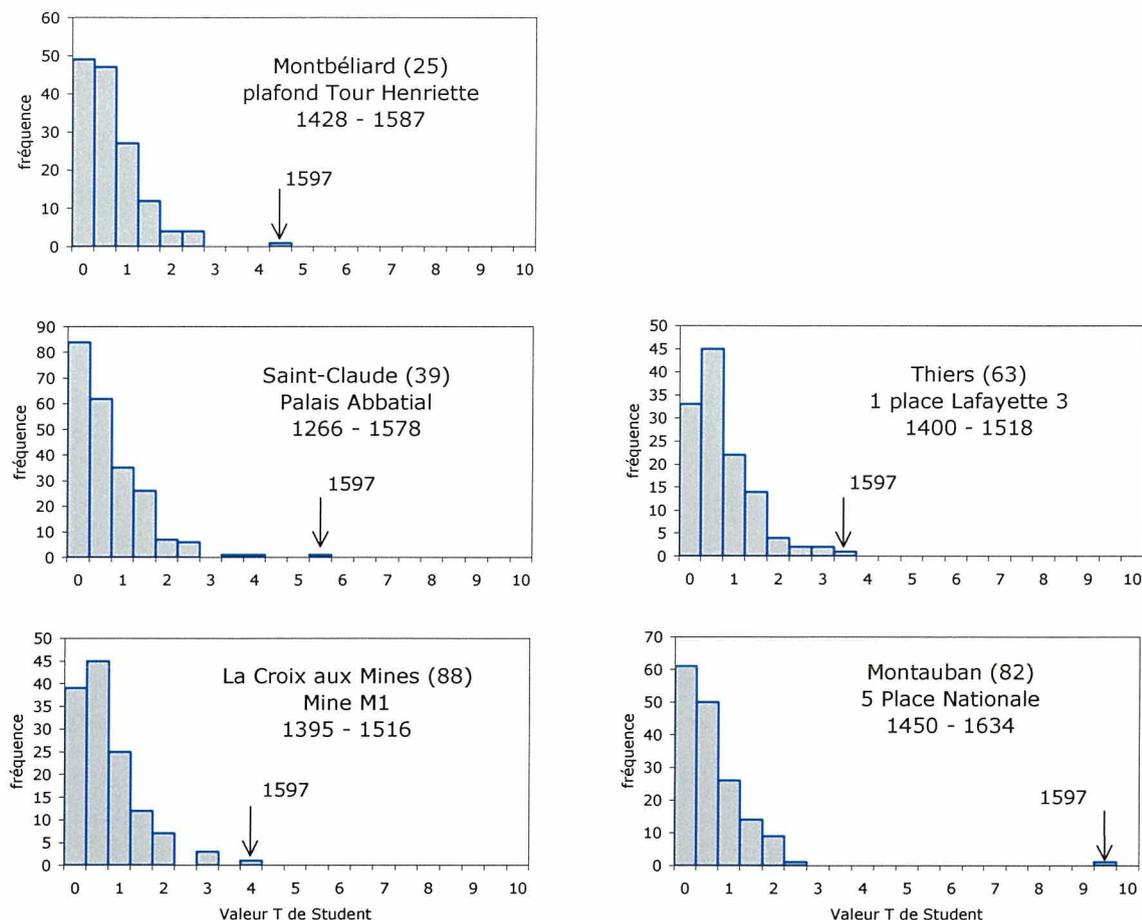


Figure 3 : résultats de la comparaison de BoeM2 avec les références locales

Discussion

La proximité géographique entre le site à dater et les références est un critère important mais pas exclusif, et les meilleurs synchronismes sont en général obtenus avec les références les plus semblables - d'un point de vue bioclimatique - au site à dater.

En effet, les références régionales sont construites à partir d'un grand nombre de bois et la moyenne des patrons de croissance (cf annexe) ne conserve que les variations de largeurs de cernes communes à tous les bois qui composent la référence. Ces variations communes sont le reflet des fluctuations climatiques régionales (entrées maritimes, etc...) mais les composantes géologiques sont également à prendre en compte car elles peuvent nuancer la façon dont les arbres « subissent » et donc enregistrent les variations climatiques.

Dans le cas d'une moyenne de site (référence locale), construite avec un nombre d'individus plus restreint, le signal climatique régional peut être également nuancé par d'autres facteurs à impact local tels que l'exposition du versant ou le type de sol.

Quoiqu'il en soit, la date n'est retenue que si le synchronisme avec les références est significatif et surtout récurrent.

BoeM2

La chronologie moyenne BoeM2 est longue de 209 ans et représente les points communs à la croissance de 5 individus, ce qui permet d'aborder la datation dans de bonnes conditions (cf Principes).

La qualité du synchronisme pour le dernier cerne mesuré en 1597 est satisfaisante avec les trois références régionales disponibles pour le sapin. Cette date est confirmée par les bons résultats obtenus avec les sites du Jura et surtout de Montauban.

La date de 1597 pour le dernier cerne mesuré de BoeM2 est retenue avec un risque d'erreur quasi-nul.

Les solives Boe3, Boe4 et Boe8

Aucun résultat significatif n'a pu être obtenu pour ces 3 chronologies isolées. Il faut donc admettre que leur croissance est particulière et ne permet pas de les rattacher à leur période chronologique. Le fait que ces 3 séries de cernes soient des séries courtes (moins de 60 ans) a certainement contribué à cet échec (cf principes).

Interprétation

Le graphique de la figure 4 présente la position dans le temps des bois datés à la Tour Lacassagne. Chaque arbre est représenté par un rectangle plus ou moins allongé en fonction du nombre d'années qu'a duré sa vie (= nombre de cernes).

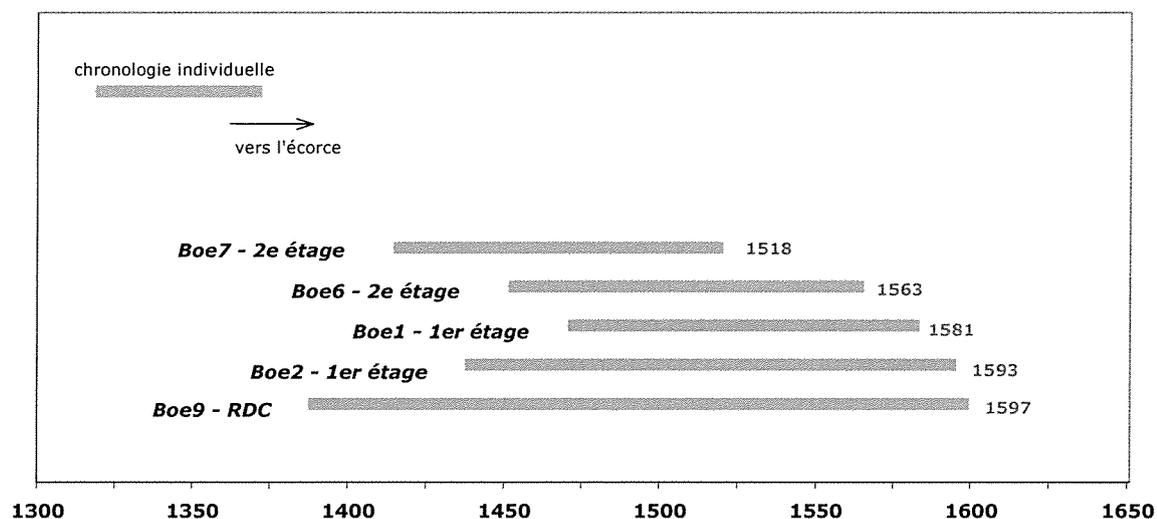


Figure 4 : présentation graphique des bois datés à la Tour Lacassagne.

Précision de la date

Si l'écorce est présente, prouvant que le dernier cerne de l'échantillon est bien le dernier élaboré par l'arbre, la date est précise à l'année près. Mais, contrairement au chêne (cf annexe), si le bois est taillé ou équarri, il n'est pas possible d'estimer le nombre de cernes enlevés car, chez le sapin, rien ne permet de distinguer l'aubier du bois de cœur. Dans ce cas, la date obtenue est une date *post quem*, c'est-à-dire après laquelle l'arbre a été abattu (tableau 3).

Identificateur	Date du dernier cerne mesuré	Ecorce	Abattage
Boe9 – rdc	1597	non	après 1597
Boe1 – 1 ^{er} étage	1581	non	après 1581
Boe2 – 1 ^{er} étage	1593	non	après 1593
Boe6 – 2 ^e étage	1563	non	après 1563
Boe7 – 2 ^e étage	1518	non	après 1518

Tableau 3 : caractéristiques anatomiques des bois datés de la Tour Lacassagne.

Date(s) d'abattage

Tous les bois étudiés sont des bois équarris et les dates obtenues sont donc des dates *post quem*. Cependant, l'étude de leur répartition (figure 4) permet de formuler quelques hypothèses concernant les phases d'abattage (Baillie, 1982).

En effet, le nombre de cerne enlevés par l'équarrissage dépend de la dimension de la bille d'origine ainsi que de la vitesse de croissance de l'arbre sur ses dernières années de vie. Pour tailler une poutre de 20 x 40 cm, il faut une bille de 45 cm de diamètre au moins (*ie* circonférence > 140 cm). Le diamètre des billes étaient sans doute ajusté au mieux aux dimensions des bois que l'on souhaitait y débiter, mais les charpentiers (ou les marchands de bois) devaient également tenir compte de la réalité de terrain (gestion des forêts, difficultés d'approvisionnement...).

Boe9 et Boe2

Il est très probable que ces 2 poutres, du RDC et du 1^{er} étage, appartiennent à la même phase d'abattage, soit peu après 1597.

Boe9 et Boe2 ont des dates *post quem* très proches (figure 4) et des vitesses de croissance semblables, ce qui suggère que la dimension des billes (ou demi-bille) était proche de la dimension des poutres et que peu de bois a été équarri. Cela signifie que la date d'abattage n'est sans doute pas très postérieure à la date *post quem* de 1597.

Boe1, 6 et 7

Les 16 années qui séparent le dernier cerne de Boe9 de celui de Boe1, la seconde poutre du 1^{er} étage, peuvent être imputées à l'équarrissage d'une bille un peu plus grosse. D'après la vitesse de croissance de l'arbre Boe1, ces 16 années correspondraient à environ 4 cm de bois équarri, c'est-à-dire une « marge » d'environ 8 cm sur le diamètre de la bille, ce qui paraît possible.

Selon le même raisonnement, on peut aussi rattacher Boe6 (2^e étage) à la phase d'abattage de Boe9 (environ 3 cm équarris pour Boe6).

Par contre, il est plus risqué d'y associer Boe7. En effet, les 79 ans de différence entre les dates de Boe9 (RDC) et de Boe7 (2^e étage) correspondraient à 9 à 10 cm de bois équarri sur Boe7, soit une « marge » d'environ 20 cm sur le diamètre de la bille (63 cm sur la circonférence), ce qui représenterait un gaspillage relativement important.

Deux phases d'abattage ?

Sur la seule base des arguments dendrochronologiques, l'hypothèse qui paraît la plus satisfaisante, situerait la date d'abattage de 4 des 5 poutres étudiées, peu après 1597. La cinquième poutre (plafond 2^e étage) représenterait une phase d'abattage antérieure de quelques dizaines d'années (premier quart XVI^e ?) et serait utilisée en réemploi lors d'un remaniement de la tour.

Toutefois, on ne peut complètement exclure que les dates *post quem* 1581 et 1563 des poutres du 1^{er} et 2^e étages représentent elles aussi chacune une phase d'abattage, et donc une phase de travaux.

Quoiqu'il en soit, la mise en œuvre de tous ces bois correspondrait aux remaniements d'époque moderne de la tour et non à sa construction.

Synthèse

La tour Lacassagne (Boé, 47) est une tour maîtresse de type maison forte, construite dans la seconde moitié du XIV^e siècle ou au début du XV^e, puis remaniée, notamment à l'époque moderne (étude d'archéologie du bâti HADES). L'analyse dendrochronologique porte sur des bois des trois plafonds de la tour et vise à préciser la chronologie des différentes phases de travaux (rehausses) effectués sur le bâtiment.

Les séries de cernes des 5 poutres échantillonnées sont contemporaines et sont assemblées en une chronologie moyenne de 209 ans, BoeM2. La date de 1597 pour le dernier cerne mesuré de BoeM2 est retenue avec un risque d'erreur quasi nul. Trois prélèvements effectués sur des solives n'ont livré aucun résultat significatif.

La position relative des séries de cernes dans la moyenne BoeM2 permet de donner la date après laquelle chaque arbre ayant fourni une poutre a été abattu (dates *post quem*): 1597 pour la poutre du RDC, 1593 et 1581 pour les poutres du 1^{er} étage et 1563 et 1518 pour les deux poutres du 2^e étage. Ces dates peuvent représenter autant de phases d'abattage et donc autant de phases de travaux. Cependant, un certain nombre d'observations permettent de proposer l'hypothèse suivante : 4 des poutres étudiées auraient été abattues peu après 1597 et correspondraient à la même phase de travaux. La cinquième poutre serait un réemploi, témoignant d'une phase de travaux antérieure (début XVI^e ?).

Les bois étudiés ont tous été mis en œuvre au cours du XVI^e siècle et les précisions apportées par l'analyse dendrochronologique ne concerne pas la construction de la tour, mais plutôt les remaniements d'époque moderne.

Bibliographie

- BAILLIE, M. G. L. 1982 Tree ring dating and archaeology. Croom Helm Ltd, London.
- BELINGARD, C. et TESSIER, L. 1997 Trees, man and climate over the last thousand years in southern french Alps. *Dendrochronologia* **15** : 73 - 87
- ECKSTEIN, D. 1969 Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung des Siedlung Haithabu. Thèse de doctorat, Université de Hambourg. 113 p.
- FRITTS, H. C. 1987 Tree rings and Climate I and II. Background document of the Task Force Meeting on Methodology of Dendrochronology : Est / West Approaches. 2-6 June, 1986, Krakow, Poland. Academic Press INC (London) LTD. 567 p.
- GUIBAL, F., LAMBERT, G. N. et LAVIER, C. 1991 Application de trois tests de synchronisation à trois types de données. *Dendrochronologia*, **9** : 193 - 206
- HOFFSUMMER, P. 1989 L'évolution des toits à deux versants dans le bassin mosan : l'apport de la dendrochronologie (XIè – XIXè siècle). Thèse 2vol. , Université de Liège. 326p, 352 p.
- LAMBERT, G.N., LAVIER, C. & GUIBAL, F. 1992 La dendrochronologie, une méthode précise de datation. *Mémoires de la Société Géologique de France* **160** : 109 - 117
- LAMBERT, G. N. 1996 Recherche de signaux anthropiques dans les séries dendrochronologiques du Moyen-âge. Exemple des séquences de Charavines-Colletière. Dans : *L'homme et la nature au Moyen-âge. Paléoenvironnement des sociétés occidentales*. Actes du Ve congrès international d'archéologie médiévale tenu à Grenoble 6 – 9 oct. 1996. COLARDELLE M. (Ed.) éditions Errance. 143 – 152.
- LAMBERT, G. N. 1998 La dendrochronologie, mémoire de l'arbre. Dans : Les méthodes de datation en laboratoire. Collection « archéologiques ». FERRIERE A. (Ed.) Editions Errance, Paris. 13-69.
- LCE 10/2002 : Base de donnée publique du laboratoire de Chrono-Ecologie, UMR 6565 CNRS – Univ. De Franche-Comté (Besançon). Auteurs : Bernard, V., Chevrier, V., Doucerain, C., Girardclos, O., Guibal, F., Lambert, G. N., Lavier, C., Locatelli, C., Perrault, C., Perrier, P. Lambert et Lavier, 1992
- PERRAULT, C., GIRARDCLOS, O. 2000 Essais de datation par dendrochronologie de bois provenant de fouilles anciennes de la région Auvergne. *Revue d'Auvergne – « Nouvelles Archéologiques. Du terrain au laboratoire »*. **T. 114**.
- SCHWEINGRUBER, F. H. 1988 Tree Rings – Basics and Applications of Dendrochronology. D. Reidel Publishing Company (Kluwer Academic Publishers Group). 276 p.
- SCHWEINGRUBER, F. H. , ECKSTEIN, D. , SERRE – BACHET, F. , BRAKER, O. U. 1990 Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia* **8** : 9 –38