



ArcheoSciences
Revue d'archéométrie

42-2 | 2018
Varia

La construction en mélèze dans les Alpes du Sud depuis le x^e siècle : une nouvelle lecture dendrochronologique de l'occupation humaine en montagne et des ressources forestières, données et méthodologies inédites

Larch building in the Southern French Alps since the 10th century : a new dendrochronological reading of long-term human occupation in the mountain

Lisa Shindo, Vincent Labbas, Jean-Louis Édouard et Frédéric Guibal



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/archeosciences/5877>
DOI : 10.4000/archeosciences.5877
ISBN : 978-2-7535-7732-9
ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 31 décembre 2018
Pagination : 63-75
ISBN : 978-2-7535-7730-5
ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Lisa Shindo, Vincent Labbas, Jean-Louis Édouard et Frédéric Guibal, « La construction en mélèze dans les Alpes du Sud depuis le x^e siècle : une nouvelle lecture dendrochronologique de l'occupation humaine en montagne et des ressources forestières, données et méthodologies inédites », *ArcheoSciences* [En ligne], 42-2 | 2018, mis en ligne le 13 février 2020, consulté le 31 janvier 2022. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/5877> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/archeosciences.5877>

La construction en mélèze dans les Alpes du Sud depuis le x^e siècle : une nouvelle lecture dendrochronologique de l'occupation humaine en montagne et des ressources forestières, données et méthodologies inédites

*Larch Building in the Southern French Alps since the 10th Century:
A New Dendrochronological Reading of Long-term Human Occupation
in the Mountain*

Lisa SHINDO^a, Vincent LABBAS^b, Jean-Louis ÉDOUARD^c
et Frédéric GUIBAL^d

Résumé : Dans les Alpes françaises du sud (Haute et Moyenne Durance et massif du Mercantour), le petit patrimoine bâti, également appelé vernaculaire, est étudié depuis une vingtaine d'années par les dendrochronologues d'Aix-en-Provence. 110 structures bâties en élévation (fermes et granges principalement), situées entre 790 et 2 090 m d'altitude, ont livré 1 331 pièces de mélèze, dont les carottes et sections ont été datées par dendrochronologie. Sept grandes phases de construction ont été identifiées, de la fin xii^e-début xiii^e siècle à la première moitié du xx^e siècle. Mais des mélèzes (essence la plus fréquemment rencontrée) ont été abattus à presque toutes les époques ce qui témoigne d'une activité à la fois d'entretien, de réparation, et de transformation permanente de ces structures bâties. Le diamètre moyen des pièces de bois utilisées et l'âge moyen des arbres au moment de leur abattage caractérisent la ressource mobilisée au moment de son exploitation par les populations humaines.

Abstract: *In the Southern French Alps (High and Medium Durance and Mercantour mountains), dendrochronologists are studying traditional buildings since about twenty years. In 110 buildings (mainly farms and barns), between 790 and 2,090 m a.s.l., we dated 1,331 Larch timbers (cores and sections) with dendrochronology. Seven building phases were identified, from the end of the 12th c. – beginning of the 13th c., until the first half of the 20th c. But, Larch (by far the most used tree species) trees were felled during all times, which is testament to a continuous activity of buildings' maintenances, repairs and transformation. Average diameter of used wood and trees average age characterize the forest resource employed by human.*

Mots clés : Alpes, bâti, dendrochronologie, Larix, occupation humaine, ressources forestières, approvisionnement en bois, pratiques sylvicoles anciennes.

Keywords: *Alps, buildings, dendrochronology, Larix, human occupation, forest resources, wood supply, old woodland management.*

^a auteur de correspondance, Aix Marseille université, CNRS, CCJ, Aix-en-Provence, France et Aix Marseille université, CNRS, université d'Avignon, IRD, IMBE, Aix-en-Provence, France. (shindo@mmsb.univ-aix.fr)

^b Aix Marseille université, CNRS, LA3M UMR 7298, 13094, Aix-en-Provence, France. (labvince@gmail.com)

^c Aix Marseille université, CNRS, CCJ, Aix-en-Provence, France (chercheur retraité). (edouard@mmsb.univ-aix.fr)

^d Aix Marseille université, CNRS, université d'Avignon, IRD, IMBE, Aix-en-Provence, France. (frederic.guibal@imbe.fr)

INTRODUCTION

À l'image du milieu naturel impacté par les changements globaux (changements d'usages des terres et changements climatiques), le petit patrimoine bâti, également appelé vernaculaire, est aussi soumis à des changements profonds : aujourd'hui, dans le contexte de modification des modes de fonctionnement des sociétés montagnardes et d'aménagement du territoire dans les Alpes du sud, il tend à disparaître par abandon ou à être transformé par des rénovations. Bien qu'il ait fait l'objet d'études patrimoniales (Mallé, 1999 pour les Hautes-Alpes; Raybaud et Pérréard, 1982 pour les Alpes-Maritimes), force est de constater qu'il est encore mal connu, notamment en ce qui concerne son ancrage chronologique et ses rapports à la ressource forestière. La dendrochronologie est la discipline la mieux adaptée pour apporter des éléments de réponses à ces deux points et des études dendrochronologiques du bâti sont menées depuis plusieurs années par J.-L. Édouard et F. Guibal (Édouard, 2010a, b; Guibal, 1998; Guibal et Meyran, 2011) et, plus récemment, par V. Labbas et L. Shindo, dans des travaux de thèses de doctorat (Labbas, 2016; Shindo, 2016).

Notre région d'étude, les Alpes françaises du sud, est centrée sur les départements des Hautes-Alpes, les Alpes-de-Haute-Provence (Haute et Moyenne Durance et massif du Mercantour) et les Alpes-Maritimes (massif du Mercantour).

Le cadre temporel de cette étude est le deuxième millénaire de notre ère, et plus précisément, les périodes médiévale, moderne et contemporaine. Au cours de cette longue période, le matériel étudiable est abondant, permettant de développer une analyse régressive depuis l'actuel, servant de référence.

Les bâtiments étudiés sont majoritairement construits sur les pentes des versants de montagnes et sont donc semi-enterrés. Les sociétés montagnardes ont tiré parti de cette déclivité du terrain qui contribue à l'isolation thermique de leurs habitats et permet de se prémunir du froid hivernal. C'est aussi un avantage du point de vue structurel, la pente assurant une rigidité des murs semi-enterrés ainsi qu'une économie de matériaux (Pallanca, 2002; Labbas, 2016). Seuls les bois de construction sont ici étudiés. Par bois de construction, nous entendons les éléments de charpenterie et les menuiseries. La majorité des chronologies de référence mises en œuvre lors du processus de datation ont été construites à partir de vieux mélèzes vivants, puis les chronologies issues des bois de construction ont progressivement été intégrées dans cet ensemble de référentiel (Édouard, 2010a, 2010b; Guibal et Meyran, 2011).

La connaissance scientifique du patrimoine bâti en bois des Alpes du sud rend plus efficace le travail de sensibilisation des habitants et des acteurs locaux à sa richesse et à sa conservation. En effet, l'analyse dendrochronologique des pièces de bois mises en œuvre permet d'obtenir des informations spécifiques, notamment sur la date d'abattage des arbres utilisés et par extension sur l'histoire des constructions. Dans un contexte de changement de l'occupation humaine et d'aménagement du territoire, le développement de ce type d'étude est essentiel pour conserver les traces historiques de ce patrimoine fragile, témoin d'une société montagnarde en relation étroite avec son environnement, spécialement forestier (Édouard, 2010a, 2010b; Pelletier, 2003).

Cette étude a pour objectif une meilleure connaissance de la ressource-bois, en termes d'essence, de diamètre et d'âge des arbres utilisés, pour les périodes représentées par les bois de construction prélevés et datés par la dendrochronologie. Développer la connaissance scientifique de l'histoire du bâti en relation avec la forêt contribue à la compréhension de l'histoire de l'occupation humaine dans les Alpes françaises du sud. Cette relation entre la forêt et le bois d'œuvre pose la question de l'état des forêts des Alpes au cours du deuxième millénaire : quel type de bois d'œuvre fournissaient-elles? Comment décrire et expliquer les variations d'approvisionnement selon les régions et les époques? Bien que situé dans une zone réputée difficile d'accès, il est avéré qu'il y a eu très tôt de nombreux échanges entre les Alpes et la Provence, entre les montagnes et la plaine, à destination des chantiers de construction urbains et navals méditerranéens, très demandeurs en bois d'œuvre (Pichard, 1999; Bernardi, 1995; Baume, 2011). Si le bâti local est effectivement un des enregistreurs d'un impact de l'activité humaine sur la forêt, il est donc nécessaire de garder à l'esprit que le bois des forêts alpines n'était pas réservé uniquement à la construction locale, et que l'état de ces forêts de montagne est aussi lié aux constructions de plaine. Cependant, peu d'études dendrochronologiques ont été réalisées sur le bâti de plaine et il est prématuré d'estimer son impact sur les ressources forestières alpines.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Zone d'étude, sites et échantillonnage

Le territoire étudié, les Alpes françaises du sud, comprend les Alpes internes (massifs cristallins, granites et gneiss) et les Préalpes (couverture sédimentaire). Deux zones présentant un fort potentiel dendrochronologique

ont retenu notre attention : la zone de la Durance (respectivement dans les départements des Hautes-Alpes et des Alpes-de-Haute-Provence) et la zone du massif du Mercantour (dont la majeure partie se situe dans les Alpes-Maritimes), bassin versant de la Tinée et de la Vésubie (figure 1). Il s'agit de deux zones distinctes, peu connectées géographiquement à cause du relief, présentant des conditions climatiques, des systèmes forestiers et des paysages similaires, mais dont l'une se trouve à l'amont d'un bassin hydrographique dont les massifs forestiers ont, au cours du dernier millénaire, largement contribué à alimenter en bois d'œuvre les cités de basse Provence occidentale (Marseille, Aix, Arles, Avignon, Toulon) (Bernardi, 1997, 1995 ; Bouticourt, 2016).

Les constructions étudiées sont situées entre 790 et 2090 m et ont été conçues en tenant compte des exigences

de la montagne. En raison du rude climat hivernal, les hommes ont dû se préoccuper de l'isolation thermique de leurs habitats. Ceux-ci sont implantés de préférence sur les adrets, plus ensoleillés que les ubacs et hors des couloirs d'avalanches (Blanchard, 1950 ; *Atlas du Parc national des Écrins*, 2000). Les habitations sont toujours regroupées et les étables sont installées au rez-de-chaussée afin que la chaleur dégagée par les animaux profite au logis des hommes (Mallé, 1999). La seconde contrainte de cet espace montagnard est la forte pente des terrains à laquelle les hommes ont adapté leurs maisons en construisant un ou plusieurs étages avec soubassement, à demi enterrés dans la pente : la déclivité du terrain est ainsi utilisée pour accéder de plain-pied aux différents niveaux. Ces maisons « enterrées » dans la pente profitent en plus de l'isolation thermique du sol (Duprat et Paulin, 1992).

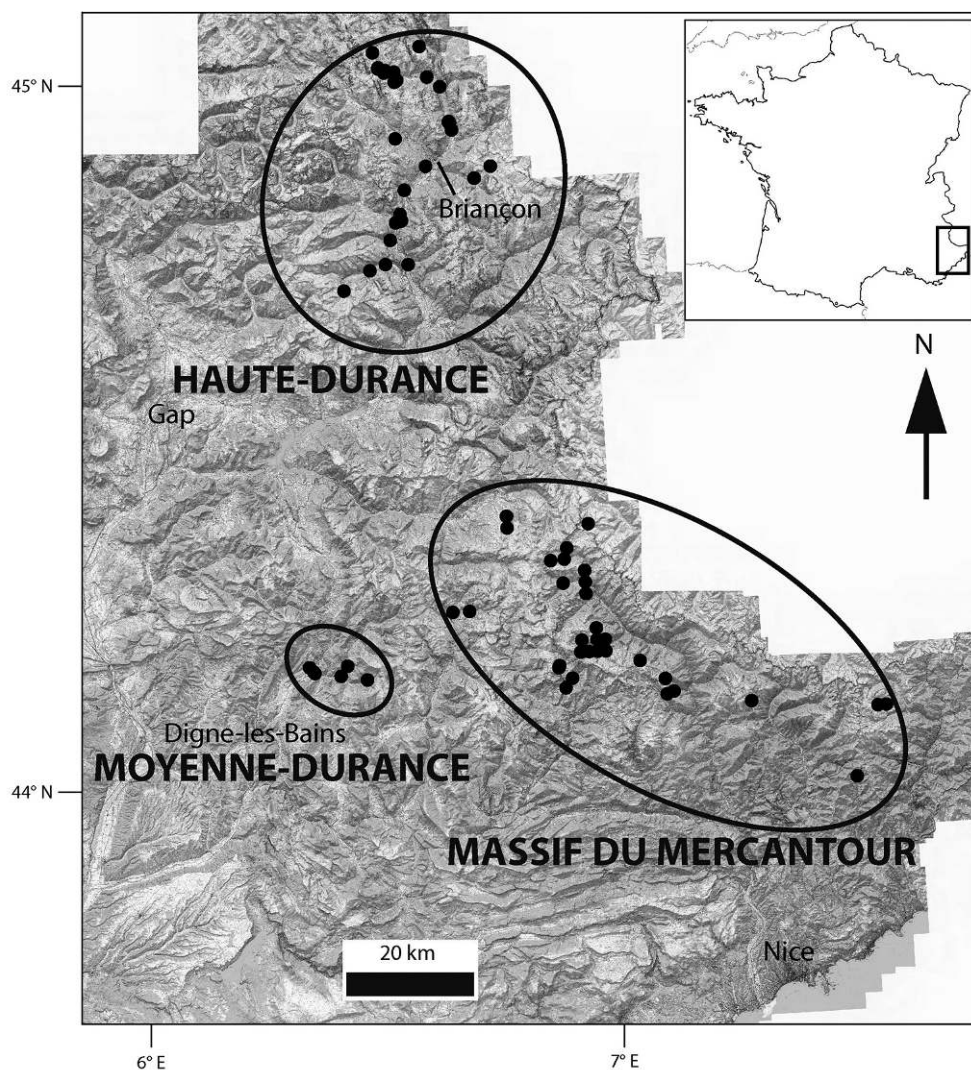


Figure 1 : Localisation des 110 constructions étudiées (fond de carte : IGN scan 25).
 Figure 1: Location of the 110 studies buildings (map: IGN scan 25).

L'habitat rural traditionnel des Alpes du sud est avant tout conçu pour les activités agricoles et peut être caractérisé par un volume simple (en général un parallélépipède rectangle) mais important (Isoard, 1987). Tous les espaces sont regroupés sous le même toit : une étable (dite « écurie ») au rez-de-chaussée, une grange (fréquemment appelée « fenil ») dans la partie supérieure du bâtiment et un logis au rez-de-chaussée ou au premier étage. Ce qui distingue les maisons les unes des autres ce sont la variété des accès et des systèmes de circulation (Mallé, 1999).

Si le premier niveau est systématiquement bâti en pierres, maçonné ou non, le bois est très présent dans les niveaux supérieurs : en structure (charpente, pan de bois, planchers), en couverture (bardeaux) et en menuiserie (balcons, barrières, meubles...). Il permet de ne pas surcharger les murs et les voûtes tout en donnant un volume impressionnant à la grange. D'ailleurs, dans cette dernière pièce, les pièces de bois sont généralement peu jointives afin de faciliter l'aération des denrées qui y sont conservées (Meyzenq, 1984).

Dans les hautes vallées, les habitations sont souvent composées d'une cuisine en pierre adossée à une grange, construite en pan-de-bois plains, ou « blockbau » en allemand (empilage de bois), appelés notamment « chapila » dans les Hautes-Alpes. Ce sont des superpositions de rondins (plus ou moins équarris) ou de planches, formant l'élévation des constructions. Les chapilas sont assemblés soit à mi-bois, soit encastrés dans des poteaux rainurés.

Dans le massif du Mercantour, l'ensemble des sites étudiés est situé dans l'étage de végétation subalpin, entre 1 500 et 2 100 m, alors qu'en Haute et Moyenne Durance, 55 % des sites étudiés sont dans l'étage montagnard (800-1 500 m) et 45 % dans l'étage subalpin (1 500-2 100 m).

Afin de couvrir autant que possible la diversité du bâti dans les Alpes du sud, notre stratégie d'échantillonnage a porté sur divers types de constructions : bâtiments publics (églises) et privés (habitations), à fonctions économiques (granges, boisements de mines, pressoirs à vin), ou domestique (fermes). Ceux-ci sont supposés d'âges différents selon des études architecturales, historiques et stylistiques portant sur les dix derniers siècles (Raulin, 1977 ; Raybaud et Pérréart, 1980, Mallé, 1999). Hormis les églises, les dates de construction des bâtiments ruraux ne sont connues que par les millésimes gravés, lorsqu'ils existent (une typologie chronologique étant impossible à établir, Mallé 1999). Or, les analyses dendrochronologiques révèlent que les bâtiments sont souvent plus anciens (Édouard, 2010a). Aussi, au sein de ces constructions, nous avons récolté des carottes ou des sections transversales sur des pièces déposées à l'occasion de travaux de rénovation, provenant de diverses structures, afin d'embrasser, autant que possible, toutes les phases de

construction/restauration. Enfin étant donné la quantité de bâtiments (villages, hameaux, granges isolées) ayant été construits dans les Alpes du Sud au cours des siècles, le corpus de données est établi en prenant en compte l'ensemble des paramètres cités et la connaissance des lieux, sans affirmer une représentativité établie sur des bases statistiques.

Notre corpus est composé de 110 constructions (qui sont assimilées chacune à un site), 54 en Haute et Moyenne Durance (722 pièces de bois datées) et 56 dans le massif du Mercantour (609 pièces de bois datées). Les échantillons sont majoritairement des carottes et des sections, avec quelques photographies de séries de cernes réalisées lorsque les prélèvements n'étaient pas possibles. Sur un total de 1 662 pièces de bois, le mélèze s'est révélé largement majoritaire (figure 2). Parmi elles, 1 331 séries individuelles, correspondant à autant de pièces de bois en mélèze, ont été datées.

Le mélèze, essence principalement utilisée

Le mélèze, essence majoritairement employée dans la zone étudiée, est omniprésent dans l'étage subalpin et la partie supérieure de l'étage montagnard des Alpes internes (Belingard *et al.*, 1993, Édouard, 2010a). Dans les deux ensembles géographiques, les constructions se trouvent dans l'aire du mélèze ou à proximité immédiate. La différence entre les deux zones d'étude n'induit pas de biais dans la comparaison des mélèzes mis en œuvre puisque ceux-ci proviennent des mêmes étages altitudinaux.

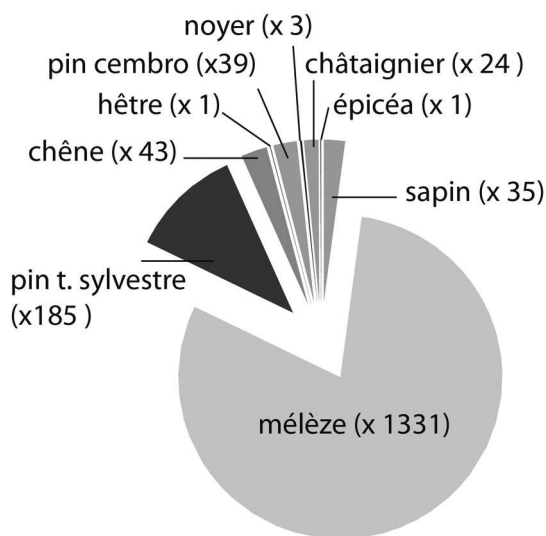


Figure 2 : Distribution des essences des 1 662 pièces de bois analysées par dendrochronologie dans les Alpes du sud.

Figure 2: Species distribution of the 1 662 timbers, studied with dendrochronology in the Southern French Alps.

Les forêts de mélèzes, ou mélézins, ont été largement favorisées par les activités sylvicoles, en futaie, en raison de leurs sous-bois aérés et clairs, fournisseurs d'un herbage favorable au pâturage et des qualités du mélèze employé en bois d'œuvre (Duhamel du Monceau, 1755 ; Fourchy, 1952). Depuis le *xviii*^e siècle au moins, les qualités du mélèze pour la construction sont reconnues par les auteurs : « le bois de mélèze est bon : les menuisiers le préfèrent au pin et au sapin ; on en fait de bonnes charpentes » (Duhamel du Monceau, 1755, p. 335) ; « [...] si le bois de mélèze était mieux connu des utilisateurs, il serait extrêmement recherché, car ce “chêne des montagnes” – comme on l'a souvent nommé – possède certaines qualités technologiques précieuses et qui lui sont particulières » (Fourchy, 1952, p. 7) ; « Le mélèze est présent partout [dans le nord des Hautes-Alpes]. Ce bois résistant était particulièrement apprécié dans la construction (charpentes, pan-de-bois, planchers) et pour toutes les parties en bois extérieures (bardeaux de toitures, bardages de pignon, balcons, menuiseries de fenêtres et de portes). Il était également utilisé pour les menuiseries intérieures et le mobilier » (Mallé, 1999, p. 293).

D'autres essences ont été identifiées dans le bâti, mais en faible quantité (pin cembro, pin type sylvestre, sapin, chêne...) (figure 2). Anatomiquement, le mélèze et l'épicéa (*Picea abies* L.) se ressemblent et le seul critère de distinction incontestable du bois de ces deux espèces concerne l'allure des ponctuations aréolées des trachéides radiales (Anagnost *et al.*, 1994, Talon, 1997). De plus, l'épicéa étant relativement rare dans les forêts des Alpes du sud (Ozenda, 1994), ce contexte écologique permet souvent de trancher en faveur du mélèze.

Analyse dendrochronologique

Les mesures des épaisseurs des cernes ont été réalisées sous loupe binoculaire Leica® avec la table de mesure Lintab® et le système TSAP® de la société Rinntech (Rinntech, 2014, Allemagne). Les analyses dendrochronologiques ont été faites avec le logiciel « Dendron IV », de G.-N. Lambert¹. Ce logiciel libre transcrit les fichiers texte en une base de données et intègre tout le processus d'analyse des données acquises (standardisation des séries, corrélation et propositions de dates).

Les valeurs brutes des épaisseurs des cernes, mesurées en 1/100 mm, sont transformées en indices (standardisation) selon la méthode du Corridor (Durost, 2005 ; Lambert *et al.*, 2010 ; Lambert *et al.*, 2011), du E de Besançon

(Lambert *et al.*, 1992) ou en appliquant une transformation logarithmique, afin d'en extraire, au mieux, le signal commun, principalement climatique.

L'objectif premier est de dater les pièces de bois. Pour cela, les séries de cernes de l'échantillon sont comparées à des chronologies de référence (Langouët et Giot, 1992) parfaitement datées, par calcul de corrélations successives au pas de temps annuel, couplé à l'observation visuelle des courbes. Le dendrochronologue date la mort de l'arbre, qui est aussi la date d'abattage de l'arbre. La date d'abattage correspond à l'année de formation du cerne situé immédiatement à l'intérieur de l'écorce. Elle est connue pour une pièce de bois lorsque celle-ci est conservée sur l'échantillon (figure 3). Si le cerne formé lors de l'année de l'abattage a disparu et que des cernes d'aubier sont conservés, nous estimons la date d'abattage des mélèzes par un intervalle entre la date du dernier cerne d'aubier observé et la date de l'aubier maximum, déterminé avec un niveau de confiance de 95 %. En effet, d'après l'étude de 267 mélèzes vivants, l'aubier du mélèze comporte 32 ± 18 cernes (Shindo, 2016)². L'intervalle de temps écoulé entre la date du dernier cerne d'aubier conservé et le dernier cerne estimé (aubier maximal) correspond à la période durant laquelle l'arbre a pu être abattu. Lorsque la flache du bois (simple écorçage) est observée, l'estimation de la date d'abattage est d'autant plus précise, parfois à l'année près. Enfin, lorsqu'il n'y a plus de cernes d'aubier, nous proposons une date d'abattage *post quem*, postérieure à l'année du dernier cerne (de duramen) observé, sans pouvoir être plus précis (à cette date est ajouté le nombre minimum de cernes d'aubier, soit 14, avec un niveau de confiance de 95 %).

Les résultats des datations sont représentés sous la forme de blocs diagrammes (figure 4). Chaque série datée est symbolisée par une bande horizontale et l'ensemble des séries est rangé suivant la date de formation des derniers cernes mesurés. Chaque compartiment du bois est représenté suivant un code couleur : le duramen en blanc et l'aubier mesuré en gris foncé (n° 1). Si l'écorce n'est pas conservée, l'aubier maximal estimé est en gris clair (n° 2) et, si aucun cerne d'aubier n'est conservé, nous avons ajouté en noir, après le duramen, les 14 cernes d'aubier minimum (n° 3).

Dans ce mode de représentation, l'alignement vertical des derniers cernes sur plusieurs échantillons, permet de déterminer des phases d'abattage et, par extension, les phases d'activité humaine : phase de construction-reconstruction-modification-réparation des bâtiments. Afin que la différence entre les séries avec aubier et celles sans aubier

1. Dendron IV, développé avec RunRev LiveCode, Edimbourg, Écosse, par Georges Lambert.

2. Pour atteindre un niveau de confiance de 95 % (2σ – écart types), l'aubier maximum a été estimé à 32 ± 18 cernes.

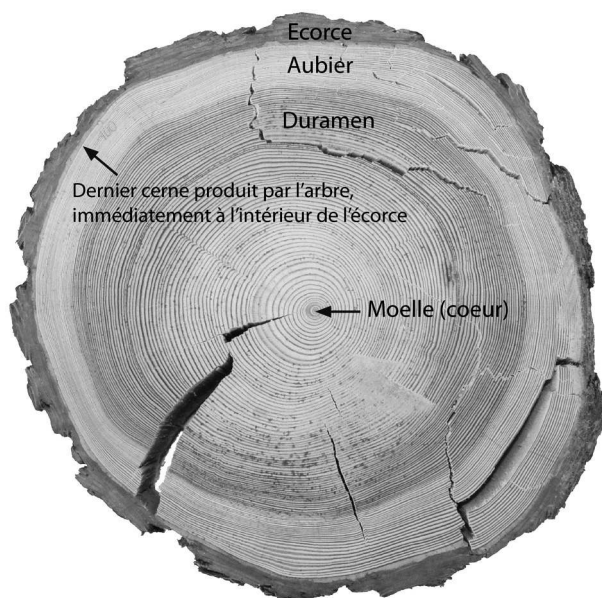


Figure 3 : Section transversale d'un tronc. Localisation des principaux compartiments du bois (moelle, duramen, aubier et écorce).
 Figure 3: Trunk transversal section. Location of wood main compartments (pith, heartwood, sapwood and bark).

n'influence pas la définition de ces phases, nous avons choisi de déterminer des phases de 50 ans minimum, correspondant aux 50 cernes d'aubier maximum que peut avoir un mélèze (32 ± 18). Le nombre de phases et leur espacement dans le temps traduit la variabilité temporelle des activités humaines liées à la construction. Le nombre de prélèvements effectués par bâtiment conditionne le nombre de dates obtenues et certains bâtiments s'avèrent surreprésentés (voir figure 5).

Calibre des arbres utilisés

Une estimation des diamètres des billes employées a été réalisée à partir des échantillons étudiés, faute de disposer, pour chaque échantillon, de la totalité du diamètre et des cernes de la bille. Sur la majorité des échantillons, la moelle

est présente ou peu éloignée et il manque peu, voire pas, de cernes en périphérie, donc, le diamètre estimé est très proche du diamètre réel. Nous avons ainsi considéré le cumul des largeurs des cernes (cm), sans évaluer les rares parties détruites vers la moelle ou l'écorce.

La distribution des diamètres en fonction des dates d'abattage, donc en fonction du temps, illustre les éventuels changements de calibre des arbres utilisés et permet d'étudier la variabilité temporelle du diamètre au moment de l'exploitation. Des graphiques en nuages de points aident à visualiser l'évolution des diamètres utilisés en fonction du temps, le diamètre de chaque individu étant placé à la date du cerne le plus récent mesuré.

Âges des arbres utilisés

Enfin, les âges cambiaux (c'est-à-dire le nombre de cernes du tronc) ont été représentés selon des fenêtres temporelles de 20 années, suivant la date du cerne le plus récent mesuré, sous la forme de diagrammes en boîte (ou « boîtes à moustaches », « box plot » dans sa terminologie anglophone). Rapporté à l'ensemble de la chronologie disponible, ce choix de la fenêtre mobile par périodes de 20 ans nous donne une représentation graphique plus adaptée à la variabilité des âges cambiaux qu'une représentation sous forme de nuage de points.

Dans notre corpus, il n'y a pas de pièces particulièrement équarries susceptibles d'avoir perdu beaucoup de cernes risquant d'entraîner une incertitude chronologique au sujet de la date d'abattage. Par ailleurs, les indices de séchage des bois après la mise en place des éléments de charpente (telles que les fentes de retrait ou la présence d'écorce) laissent penser que les bois ont été utilisés immédiatement après l'abattage des arbres. Ces diagrammes figurent les valeurs minimales médiane et maximale des âges cambiaux de chaque groupe ainsi que les premier et troisième quartiles (25 % et 75 %). Les effectifs présents dans chaque fenêtre sont représentés sous forme d'histogramme, dans la partie supérieure des graphiques.

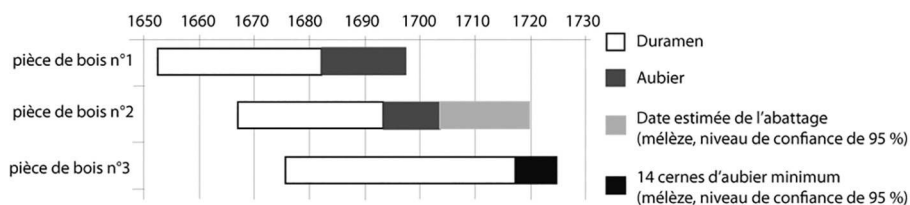


Figure 4 : Explication du diagramme de synthèse chronologique.
 Figure 4: Explanation of the chronological summary diagram.

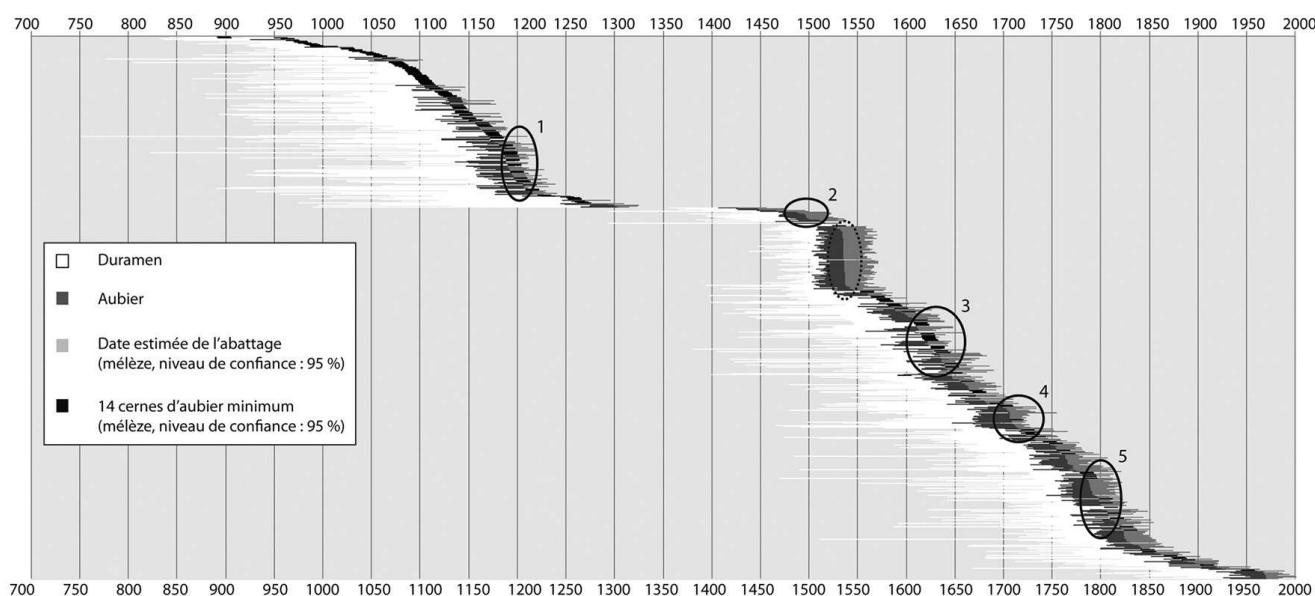


Figure 5 : Bloc-diagramme des 722 séries individuelles des mélèzes datés provenant de constructions en Haute et en Moyenne Durance. Les cinq phases d'activité identifiées sont entourées. Les séries entourées par des pointillés proviennent d'un même bâtiment, qui s'avère surreprésenté.

Figure 5: Bloc-diagram of the 722 average growth chronologies from dated Larch timber from High and Medium Durance's buildings. The five identified activity phases are circled. The chronologies surrounded by dotted lines come from the same building, which is overrepresented.

2. RÉSULTATS

Haute et Moyenne Durance

Phases de construction

Le bloc-diagramme de la figure 5 met en évidence deux grandes périodes au cours desquelles les bois de construction proviennent d'abattages en continu : une période médiévale allant du x^e siècle au début du xiv^e siècle et une période moderne à contemporaine, au début du xv^e siècle à la première moitié du xx^e siècle, séparées par un hiatus de près d'un siècle sans abattage. Au sein du continuum, cinq phases principales de construction concentrent l'essentiel des abattages : (1) fin xii^e-début xiii^e siècle, (2) fin xv^e-première moitié du xvi^e siècle, (3) première moitié xvii^e siècle, (4) première moitié du xviii^e siècle et (5) fin xviii^e-xix^e siècle.

Diamètre et âges des bois mis en œuvre

Le diamètre moyen des pièces de bois mises en œuvre en Haute et Moyenne-Durance est de $19,8 \pm 8,2$ cm (sur l'ensemble de l'enregistrement). Il augmente au cours de la période médiévale avant de se stabiliser au cours de la période moderne à contemporaine (figure 6). Les bois de petit diamètre (< 10 cm) correspondent à des pièces de

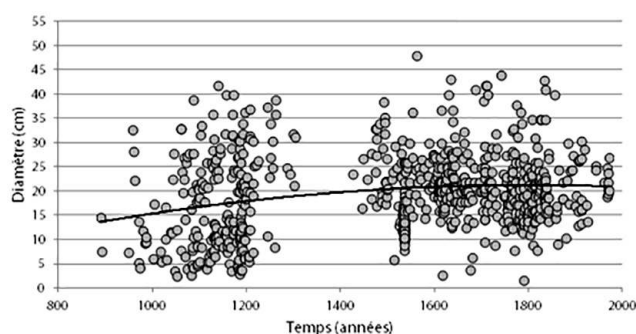


Figure 6 : Diamètre des mélèzes utilisés dans la construction au cours du temps, en Haute et Moyenne Durance.

Figure 6: Diameters of Larch timbers over time, in High and Medium Durance.

second œuvre tels que des chambranles de portes ou fenêtres ou des lattes (ou liteaux) de charpente. Les gros diamètres sont généralement des poutres, des entrails, des sablières ou des chapilas.

À l'époque médiévale, la variabilité du nombre de cernes des échantillons est grande (de 30 à 342) et indique que des arbres de tous âges sont employés (figure 7). Mais, 75 % des arbres sont âgés de plus de 150 ans : ces arbres médié-

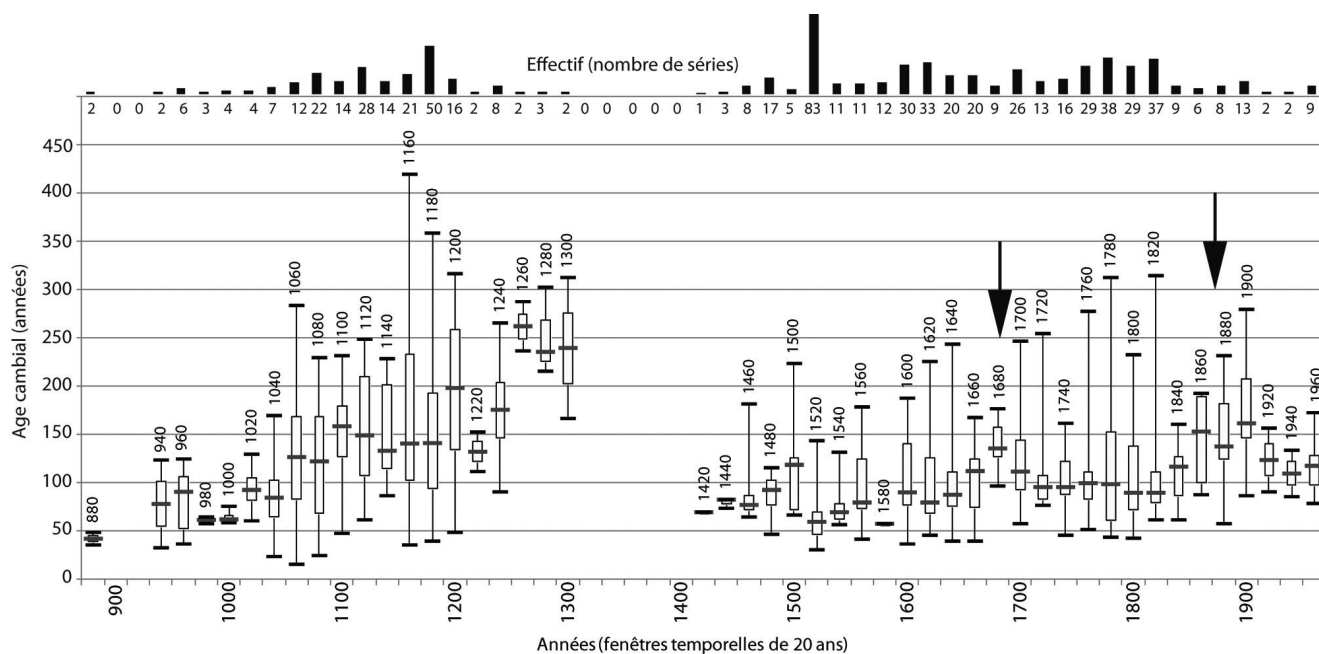


Figure 7 : Age cambial des mélèzes utilisés dans la construction au cours du temps, en Haute et Moyenne Durance. Fenêtre temporelle de 20 ans. Les flèches indiquent des pics d'utilisation d'arbres plus âgés.

Figure 7: Cambial ages of Larch timbers, in High and Medium Durance. Time windows of 20 years. The arrows indicate peaks in the use of older trees.

vaux sont dans l'ensemble plus âgés que ceux employés de l'époque moderne à l'époque contemporaine.

Le hiatus de la seconde moitié du xiv^e siècle fait immédiatement suite à la période où les âges sont les plus élevés (deuxième moitié du $xiii^e$ siècle).

À l'époque moderne et contemporaine, la distribution des âges des arbres montre une oscillation temporelle très marquée avec deux pics (signalés par des flèches sur la figure 7), l'un centré sur la fin du $xvii^e$ siècle, l'autre centré sur la fin du xix^e siècle.

Massif du Mercantour

Phases de construction

Les bâtiments analysés dans le massif du Mercantour sont construits avec des mélèzes abattus de manière quasiment continue, du xiv^e au xx^e siècle, sauf au cours de la seconde moitié du xiv^e siècle (figure 8). Les cinq pièces de bois avec des cernes d'aubier, antérieures au xiv^e siècle sont, dans l'état actuel des recherches, les témoins les plus précis de constructions médiévales dans l'étage subalpin.

Cinq grandes phases de construction sont mises en évidence : (1) fin xvi^e -début $xvii^e$ siècles, (2) deuxième moitié du $xvii^e$ siècle-début $xviii^e$ siècle, (3) deuxième moitié du

$xviii^e$ siècle, (4) première moitié du xix^e et (5) première moitié du xx^e siècle.

Diamètres et âges des bois mis en œuvre

Le diamètre moyen des pièces de bois mises en œuvre dans le massif du Mercantour est de $21,1 \pm 6,8$ cm. Il est constant au cours du temps et faiblement décroissant à partir du $xviii^e$ siècle (figure 9).

La période médiévale est représentée par des bois âgés (en moyenne 167 ± 78 cernes) (figure 10). Mais, des individus très âgés (jusqu'à 475 ans) sont aussi mis en œuvre jusqu'au milieu du $xvii^e$ siècle. À partir du xv^e siècle, des arbres très jeunes sont utilisés, ce qui montre la variété des âges cambiaux des arbres utilisés du xv^e au milieu du $xvii^e$ siècle : des individus très jeunes et très âgés. Les arbres très âgés (> 350 ans) témoignent de l'exploitation de vieux sujets, situation que l'on ne retrouve pas dans les époques ultérieures. Aux périodes modernes et contemporaines, plus précisément du milieu du $xvii^e$ siècle jusqu'au début du xx^e siècle, les âges cambiaux moyens des mélèzes mis en œuvre sont quasi constants (98 ± 56) même si quelques oscillations montrent l'emploi d'arbres plus âgés au début du $xvii^e$ siècle, dans la deuxième moitié du $xvii^e$ siècle, au milieu $xviii^e$ siècle et au début xx^e siècle (flèches sur la figure 10). Les très vieux arbres ne sont donc

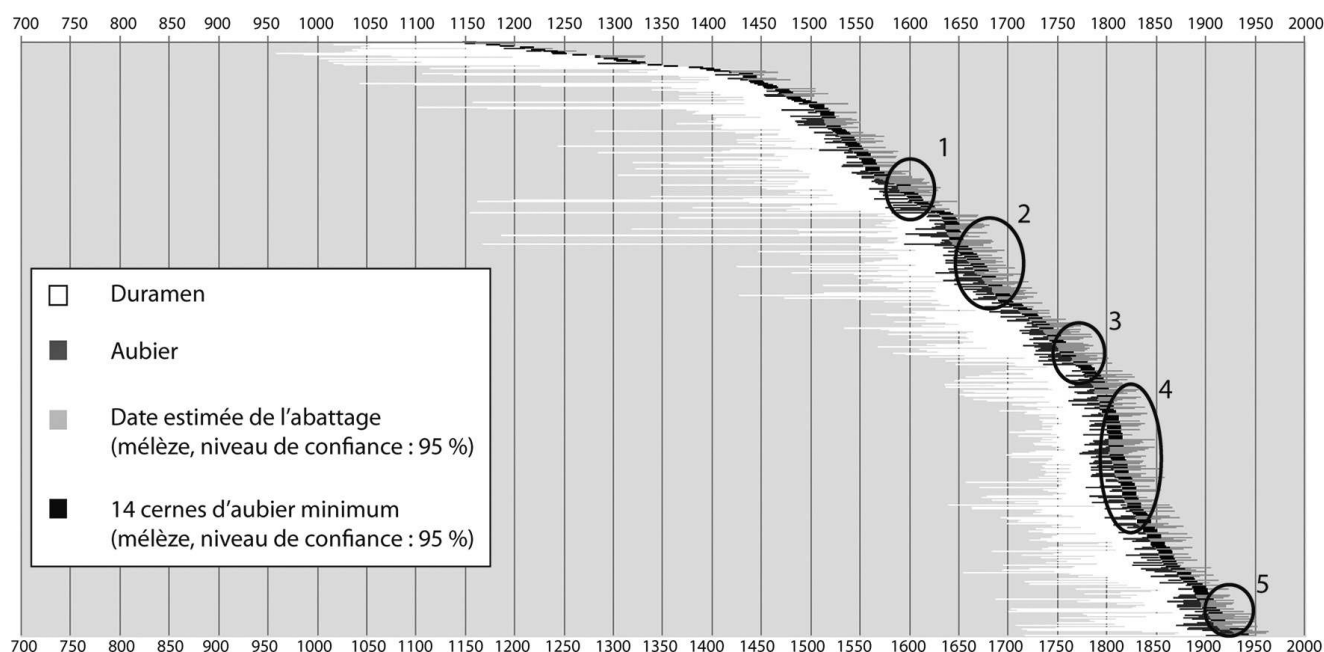


Figure 8 : Bloc-diagramme des 609 séries individuelles des mélèzes datés, provenant de constructions du massif du Mercantour. Les cinq phases d'activité identifiées sont entourées.

Figure 8: Bloc-diagram of the 609 average growth chronologies, from dated Larch timber from Mercantour mountains' buildings. The five identified activity phases are circled.

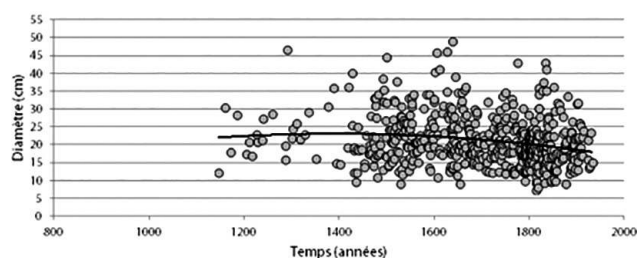


Figure 9 : Diamètre des mélèzes utilisés dans la construction au cours du temps, dans le massif du Mercantour.

Figure 9: Diameters of Larch timbers over time, in Mercantour Mountains.

plus employés dans la construction subalpine au-delà des années 1650, l'âge médian se situant à 85 ans.

3. DISCUSSION

Comparaison des phases de construction en Durance et dans le massif du Mercantour

La phase de construction la plus ancienne a été identifiée en Durance, à la fin du xii^e-début du xiii^e siècle. Des bois de construction médiévaux ont également été trouvés

dans le massif du Mercantour, mais en quantité moindre, seulement cinq séries individuelles avec aubier, antérieures au xiv^e siècle. La première grande phase de construction identifiée dans le massif du Mercantour date de la fin xvi^e-début xvii^e siècle, soit plus de trois siècles plus tard, mais des abattages ont toutefois eu lieu auparavant, les différences d'intensité des coupes entre les deux zones étant peut-être liées à des différences de densité du peuplement humain.

La deuxième moitié du xiv^e siècle fait figure d'exception puisqu'aucun des arbres analysés n'aurait été abattu à cette époque. Ce hiatus pourrait trouver son origine dans le contexte troublé de l'époque, marqué par des guerres, des famines et des épidémies (Baratier, 1961 ; Falque-Vert, 1997 ; Le Roy Ladurie, 2004 ; Pécourt *et al.*, 2008), ayant des conséquences démographiques et économiques négatives, se manifestant aussi par une diminution du nombre de nouvelles constructions.

À l'inverse de la période médiévale, les phases de construction les plus récentes concernent le massif du Mercantour comme l'atteste le nombre d'arbres plus élevé abattus dans la première moitié du xx^e siècle. En Durance, la dernière grande phase de construction remonte à la fin du xviii^e-début xix^e siècle, soit près d'un siècle plus tôt.

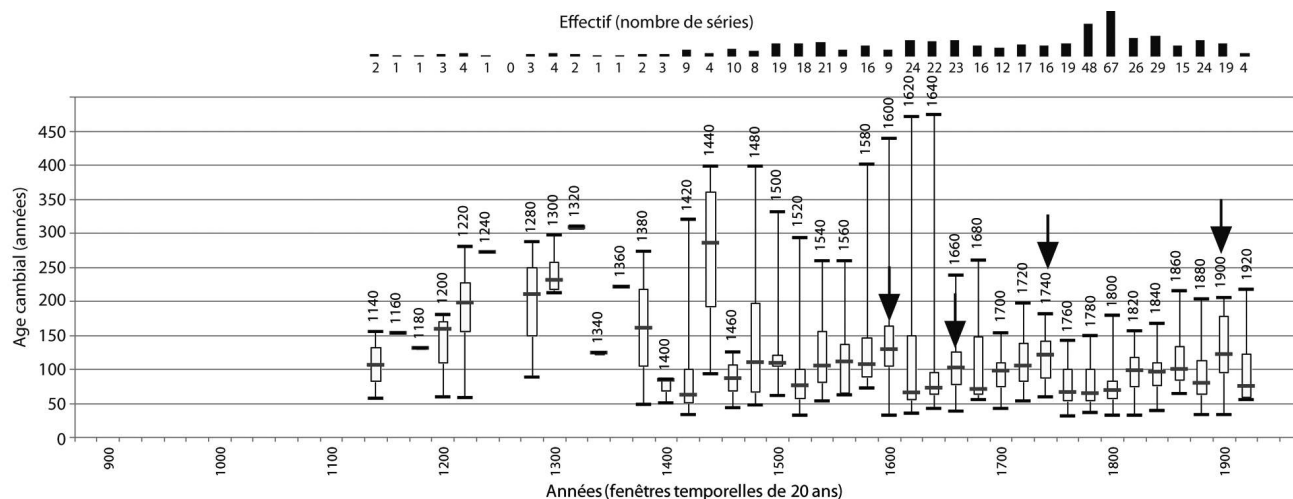


Figure 10 : Âge cambial des mélèzes utilisés dans la construction au cours du temps dans le massif du Mercantour. Fenêtres temporelles de 20 ans.

Figure 10: Cambial ages of Larch timbers in Mercantour Mountains. Time windows of 20 years. The arrows indicate peaks in the use of older trees.

Comparaison des diamètres et des âges des bois mis en œuvre, en Durance et dans le Mercantour

Diamètre moyen des bois

Les données relatives au diamètre moyen des bois mis en œuvre dans les constructions de la période médiévale (diamètre moyen $18,3 \pm 9,6$) sont principalement renseignées grâce au corpus durancien. Ces diamètres sont inférieurs à ceux des périodes moderne et contemporaine, mais les valeurs sont déformées par la sur-représentation d'une centaine de bois de mine (Fangeas, Freissinières, Hautes-Alpes), de moins de 10 cm de diamètre. Cette mine a livré des bois abattus jusqu'au XIII^e siècle mais pas postérieurement, d'où la raison pour laquelle il n'y a pas d'aussi petits calibres dans l'échantillonnage des périodes suivantes. Il convient donc d'éviter de conclure trop vite pour cette période et il est plus prudent de s'intéresser aux périodes plus récentes, mieux documentées. Aux périodes moderne et contemporaine, bien représentées dans toute la zone, le diamètre moyen est quasiment constant, les pièces de bois employées sont de diamètres similaires : 21,4 cm ($\sigma = 7,0$) à l'époque moderne et 19,9 cm ($\sigma = 6,6$) à l'époque contemporaine. Cette constance du diamètre moyen peut s'expliquer par le fait qu'en construction, le diamètre de l'arbre est un des critères qui prime lors de son choix et un diamètre moyen de 20 cm semble bien convenir aux constructions traditionnelles des Alpes du sud.

Mais, aux périodes moderne et contemporaine, il faut également noter une diversité des diamètres, entre 10 et 40 cm,

en Durance comme dans le Mercantour. Cette diversité est le reflet des différents calibres mis en œuvre pour des usages spécifiques (grosses sections des éléments de pressoirs à vin et petites sections des chevrons par exemple), liée à la diversité des diamètres des mélèzes. Cependant, nous pensons qu'elle peut aussi refléter la conicité des troncs de par l'emplacement où a été réalisé le prélèvement dendrochronologique : diamètre plus grand dans la partie inférieure de la grume que dans la partie supérieure de la grume.

Les données anciennes à notre disposition sur les dimensions des mélèzes sont très rares, d'autant plus que les sources textuelles ne distinguent pas toujours le mélèze des autres essences résineuses (voir par exemple Bernardi, 1995). Aujourd'hui, l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), dans des inventaires forestiers, répartit les arbres en quatre catégories de diamètre (d), diamètre calculé à 1,30 m du sol : « petits bois » ($7,5 \text{ cm} \leq d < 22,5 \text{ cm}$) ; « moyens bois » ($22,5 \text{ cm} \leq d < 47,5 \text{ cm}$) ; « gros bois » ($47,5 \text{ cm} \leq d < 67,5 \text{ cm}$) et « très gros bois » ($67,5 \text{ cm} \leq d$) (<https://inventaire-forestier.ign.fr/>). Ainsi, entre 2009 et 2013, les quatre catégories de diamètre étaient présentes dans les forêts actuelles de nos zones d'étude mais la plus grande partie d'entre eux étaient des « moyens bois » (diamètre entre 22,5 et 47,5 cm). Les bois de construction étudiés ici, plus anciens, feraient aujourd'hui majoritairement partie de la catégorie « petit bois ». Alors que de nos jours, des décennies de déprise rurale ont conduit à une reconquête forestière illustrée par la présence de toutes les classes de diamètre dans les parcelles forestières, la pression humaine peut être à l'origine de la forte représentation des petits bois.

Âge des arbres

L'emploi d'arbres pluricentenaires, âgés de plus de 250 ans, diffère entre les deux zones d'étude. En Durance, c'est principalement avant le xiv^e siècle qu'ils ont été mis en œuvre alors que dans le Mercantour, ils ont été utilisés du xv^e au xvii^e siècle.

Les variations importantes dans les âges des arbres employés (voir les pics identifiés par les flèches sur les figures 7 et 10) indiquent un emploi alternatif d'arbres jeunes et âgés, pouvant illustrer la régénération de la ressource disponible, et donc du mélèzin. Le prélèvement de bois destinés à être exportés et à alimenter des chantiers localisés hors du site d'étude est à prendre en compte pour expliquer des variations temporelles de la ressource disponible, et, indirectement les variations temporelles dans les âges des arbres employés.

En l'état d'avancement de nos recherches, il est aussi trop tôt pour réaliser des comparaisons temporelles plus poussées sur les âges des bois, sauf peut-être pour le xviii^e et la première moitié du xix^e siècle. En effet, cette période est bien documentée sur nos deux zones par un effectif robuste. Ce dernier traduit très probablement une réalité de l'activité de la construction : beaucoup d'arbres ont probablement été abattus à cette période. Cette activité importante est à mettre en relation avec le pic démographique du xviii^e siècle et de la première moitié du xix^e siècle (Baratier, 1961 ; Douguedroit, 1976 ; Vivier, 1992). En Durance comme dans le massif du Mercantour, on constate un plateau dans les médianes des âges de bois (figures 7 et 10), suivi d'une augmentation au début du xix^e siècle.

L'interprétation des dates d'abattage, des diamètres et des âges cambiaux doit tenir compte du fait que ne sont représentées que les données relatives aux pièces de bois mises en œuvre par les populations humaines, échantillonnées par les dendrochronologues et datées. Malgré le soin apporté à tendre vers la représentativité maximale des prélèvements dendrochronologiques, les résultats ne renseignent pas sur la totalité des forêts anciennes, mais témoignent sur les caractéristiques d'une partie des ressources disponibles. Ils donnent une image, partielle, de l'impact de la construction sur la ressource forestière. Les résultats des analyses dendrochronologiques sur le bâti traduisent l'état de la ressource forestière dont la construction n'est que le reflet.

CONCLUSION

Aucun travail de synthèse diachronique sur le mélèze employé pour la construction locale par les populations

humaines à l'échelle des Alpes françaises du sud n'avait, jusqu'à présent, été publié. L'abondance des données collectées depuis plus de 20 ans rend cette première restitution possible à l'échelle de deux zones des Alpes du sud.

Bien que certains éléments soient majoritairement réalisés avec une essence particulière (fermes des charpentes en mélèze, leviers de pressoirs à vin en pin t. sylvestre notamment, Labbas, 2016, Shindo, 2016), le choix de l'essence reflète la ressource locale disponible. Ainsi, les essences mises en œuvre aux étages montagnard et subalpin en Haute-Durance sont majoritairement le mélèze, secondairement le pin t. sylvestre et le sapin, rarement le pin cembro. En Moyenne-Durance, les sites étudiés à l'étage montagnard fournissent des pièces en mélèze, pin t. sylvestre, sapin, chêne, frêne et noyer. À l'étage subalpin dans le massif du Mercantour, le mélèze est quasi exclusif alors qu'à l'étage montagnard, le pin t. sylvestre est majoritaire et, qu'apparaissent, le chêne et le châtaignier, reflets de l'emploi de la ressource forestière locale. Cette diversité des essences mises en œuvre amène à réfléchir sur de nouvelles problématiques, liées à l'histoire de l'habitat, l'écologie historique et la construction de nouveaux référentiels dendrochronologiques régionaux (pin sylvestre, chêne, châtaignier).

Les 1 331 séries de mélèze datées dans notre étude, permettent de renseigner trois paramètres : les phases de construction, les diamètres et les âges des bois mis en œuvre.

Le hiatus de la deuxième moitié du xiv^e siècle, déjà mis en évidence sur l'ensemble du xiv^e siècle dans la vallée de la Clarée (Édouard, 2010a) est ici confirmé. Il demande à être confronté à d'autres types de sources, notamment celles textuelles, pour en connaître la cause. De nouvelles investigations dendrochronologiques sur les constructions situées dans l'étage subalpin, dans d'autres vallées de la Durance et du massif du Mercantour, sont programmées, car c'est en altitude (étage subalpin en limite supérieure de la forêt) que les pièces de bois et par extension les constructions les plus anciennes ont été trouvées. Ainsi, le Queyras (Saulnier, 2012) et la vallée des Fonts de Cervières dans les Hautes-Alpes, ou la Haute-Tinée dans les Alpes-Maritimes offrent un potentiel dendrochronologique de premier choix.

Accroître le corpus de données en augmentant le nombre de bâtiments analysés à l'échelle d'une zone, voire des versants d'une même vallée, apportera des éléments-clés pour comprendre l'histoire de la construction dans un territoire complexe, cloisonné tout en étant relié, et pour vérifier les grandes étapes chronologiques mises en évidence par la dendrochronologie.

Bibliographie

- Anagnost S. E., Meyer R. W., Zeeuw de C., 1994. Confirmation and significance of Bartholin's method for the identification of the wood of *Picea* and *Larix*. *IAWA Journal*, 15, 2, 171-184.
- Atlas du Parc national des Ecrins*, Les Écrins Parc National, 2000, 64 p.
- Baratier E., 1961. *La démographie provençale du XIII^e au XVI^e siècle, avec chiffres de comparaison pour le XVIII^e siècle*, Paris, SEVPEN.
- Baume M.-P., 2011. *La Bléone et Faillefeu*, Éditions Sira, 203 p.
- Belingard C., Tessier L., 1993. Étude dendroécologique comparée de vieux peuplements de *Larix decidua* Mill. dans les Alpes françaises du sud, *Dendrochronologia*, 11 : 69-78.
- Bernardi P., 2007. Le commerce du bois, Bernardi P. (dir.), *Forêts alpines et charpente de méditerranée*, Éditions du Fournel, p. 79-88.
- Bernardi P., 1995. *Métiers du bâtiment et techniques de construction à Aix-en-Provence à la fin de l'époque gothique (1400-1550)*, Publication de l'université de Provence, Aix-en-Provence.
- Blanchard R., 1950. *Les Alpes occidentales*, 5, *Les Grandes Alpes françaises du sud*, 2, B. Artaud.
- Bouticourt E., 2016, *Charpentes méridionales : construire autrement : le Midi rhodanien à la fin du Moyen Âge*. Arles, Honoré Clair.
- Douguedroit A., 1976. Les paysages forestiers de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes, *Connaissance du monde méditerranéen*, Edisud, Aix-en-Provence.
- Duhamel du Monceau H.-L., 1755. *Traité des arbres et arbustes qui se cultivent en France en pleine terre*, Tome 1er, H.-L. Guérin et L.-F. Delatour éditeurs, Paris.
- Duprat B., Paulin M., 1992. *Les types de l'architecture traditionnelle des Alpes du nord : maisons et chalets du massif des Bornes*, École d'architecture de Nantes, 195 p.
- Durost S., 2005. *Dendrochronologie et dendroclimatologie du 2^e âge du Fer et de l'époque Romaine dans le Nord et l'Est de la France. Datation, système de références et modélisation*. thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, France.
- Édouard J.-L., 2010a. Longue chronologie de cernes du mélèze et occupation humaine depuis plus de mille ans dans la vallée de la Clarée (Briançonnais, Alpes françaises). In S. Tzortzis, X. Delestre (dir.), *Archéologie de la montagne européenne, Actes de la table ronde internationale de Gap, 29 septembre-1er octobre 2008*. Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine, 4, Paris, Errance, 325-333.
- Édouard J.-L., 2010b. Datation dendrochronologique du bâti traditionnel et occupation humaine dans les Alpes françaises du sud au cours du dernier millénaire. In L. Astrade, C. Miramont (dir.), *Actes du colloque Panorama de la dendrochronologie en France, 8, 9 et 10 octobre 2009, Digne-les-Bains, Alpes de Haute Provence*. collection Edytem, Le Bourget-du-lac, 11, 169-176.
- Falque-Vert H., 1997. *Les hommes et la montagne en Dauphiné au XIII^e siècle*, Presses universitaires, Grenoble.
- Fourchy P., 1952. Ecologie du mélèze particulièrement dans les Alpes françaises. Études sur l'Écologie et la sylviculture du Mélèze (*Larix europea* D. C.), Extrait des *Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences*, 13 (1) : 137.
- Guibal F., 1998. *Les méthodes de la dendrochronologie : son application au domaine alpin, Histoire et Anthropologie des populations de l'Arc Alpins*, Université d'été 1998. Éditions du Fournel, 21-27.
- Guibal F., Meyran J.-J., 2011. Reconstitution de l'habitat de la vallée du Bachelard au cours des derniers siècles par la dendrochronologie, Mallet J.-P. (dir.), *La vallée de l'Ubaye : un territoire unique pour les recherches en géosciences*, Actes du colloque d'ouverture, Barcelonnette, 12-16 Septembre 2011, Éditions SELOANE, 71-72.
- Isoard R., 1987. *Habiter la montagne. Des maisons et des hommes dans le massif des Écrins et le Haut-Dauphiné*. La manufacture, Lyon, 246 p.
- Labbas V., 2016. *Archéologie et dendrochronologie du bâti subalpin dans le massif du Mercantour durant le deuxième millénaire de notre ère*. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, France.
- Le Roy Ladurie E., 2004. *Histoire humaine et comparée du climat. T.1, Canicules et glaciers XIII^e-XVIII^e siècle*. Paris, Fayard.
- Lambert G.-N., Lavie C., 1992. L'étalon de datation dendrochronologique Bourgogne 29, *Les veines du temps. Lecture du bois en Bourgogne*. Autun, Musée Rolin, 123-156.
- Lambert G.-N., Bernard V., Dupouey J.-L., Fraiture P., Gassman P., Girardclos O., Lebourgeois F., Ledigol Y., Perrault C., Tegel W., 2010. Dendrochronologie et dendroclimatologie du chêne en France, Questions posées par le transfert de données de bois historiques vers la dendroclimatologie. In L. Astrade, C. Miramont (dir.), *Actes du colloque Panorama de la dendrochronologie en France, 8, 9 et 10 octobre 2009, Digne-les-Bains, Alpes de Haute Provence*. Le Bourget-du-Lac, Edytem, 11, 205-216.
- Lambert G.-N., 2011. Dendrochronology, archaeology and sciences. In P. Fraiture (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology, Proceedings of the conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage, 10-12 February 2010*, Scientia Artis, 7, Bruxelles, 19-29.
- Langouët, L., Giot, P., 1992, La datation du passé. La mesure du temps en archéologie. G.M.P.C.A. éd., Suppl. *Revue d'Archéométrie*, 243 p.
- Mallé M.-P., 1999. *L'habitat du nord des Hautes-Alpes. Patrimoine architectural et mobilier*. Association pour le patrimoine de Provence et Société d'étude des Hautes-Alpes, Aix-en-Provence et Gap, 440 p.

- Meyzenq C., 1984. *Hautes-Alpes, Ubaye, Haut-Drac, Préalpes drômoises. Pays de transition entre Alpes du Nord et Alpes du sud*. Gap, Éditions Ophrys, 954 p.
- Ozenda, P., 1994. *Végétation du continent européen*. Lausanne, Delachaux et Niestlé, 271 p.
- Pallanca M., 2002. *Granges en Montagne. Techniques traditionnelles de construction dans le Haut Comté de Nice*. Nice, Serre Editeur.
- Pécourt T., Butaud G., Bouiron M., Jansen P., Venturini A., 2008. *L'enquête générale de Leopardo da Foligno en Provence orientale (avril-juin 1333)*. Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques.
- Pelletier O., 2003. Habiter la montagne : l'architecture rurale dans les Alpes occidentales. Bilan et perspectives de recherche. In Boëtsch G., Devriendt W., Piguel A. (dir.), *Permanences et changements dans les sociétés alpines : état des lieux et perspectives de recherche*. Edisud, Aix-en-Provence, 197-214.
- Pichard G., 1999. *Espace et nature en Provence. L'environnement rural 1540-1789*. Thèse, Université de Provence Aix-Marseille I, 3 vol.
- Raulin H., 1977. *L'architecture rurale française. Corpus des genres, des types et des variantes. Le Dauphiné*. Paris, Berger Levrault.
- Raybaut, Perreard 1982. *L'architecture rurale française : Comté de Nice*. Paris, Berger-Levrault.
- Rinntech, 2014. *Precision ring by ring*. [<http://www.rinntech.com/Products/Lintab.htm>].
- Saulnier M., 2012. *Histoire et dynamique de la forêt subalpine dans les Alpes du Sud (Briançonnais, Queyras) : approches pédoanthracologique et dendrochronologique*. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, France.
- Shindo L., 2016. *Bois de construction et ressources forestières dans les Alpes du sud au II^e millénaire. Dendrochrono-écologie et archéologie*. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, France. (disponible en ligne : [<https://hal-sde.archives-ouvertes.fr/tel-01325760/>]).
- Talon B., 1997. Étude anatomique et comparative de charbons de bois de *Larix decidua* Mill. et de *Picea abies* (L.) Karst., *Comptes rendus de l'Académie des sciences Paris, Sciences de la vie / Life Sciences*, 581-588.
- Vivier N., 1992. *Le Briançonnais rural aux XVIII^e et XIX^e siècles*. Paris, L'Harmattan.