

Un aqueduc en bois de la fin du I^{er} siècle av. J.-C. à Aoste (Isère)

A wooden aqueduct from the end of the 1st century BC of Aoste (Isère)

Fabrice Laurent¹, François Blondel^{2,3} et Tony Silvino^{4,5}

¹ Ipso-Facto, Marseille, France – fabricelaurent@hotmail.fr

² Post-doctorat FNS, C-CIA, Institut des Sciences de l'Environnement, Univ. de Genève, Suisse

³ UMR 6249 Chrono-Environnement, Besançon, France – francois.blondel@unige.ch

⁴ Éveha, France – tony.silvino@eveha.fr

⁵ UMR 5138 ArAr, Lyon-Saint-Étienne, France

RÉSUMÉ. La fouille d'archéologie préventive, réalisée en 2017 dans le cadre du contournement routier d'Aoste (Isère), a permis de mettre au jour un aqueduc en bois extrêmement bien conservé. Les prélèvements réalisés dans treize planches, en vue de datations dendrochronologiques, datent l'abattage des chênes (*Quercus fc*) durant l'automne ou l'hiver 19 et 18 av. J.-C., chronologie corroborée par les données stratigraphiques et céramologiques. L'ouvrage traverse l'emprise de fouille sur une longueur de 32,40 m. Construit par section de 7,09 à 7,60 m de longueur, il met en œuvre des planches massives dont la stabilité verticale est seulement garantie par l'étroitesse de la tranchée d'installation ainsi que par quelques traverses. Ces dernières supportent aussi les planches de couverture. Aucun élément de fixation, ni aucun système d'assemblage et d'étanchéité n'intervient. L'ouvrage n'a pas de fond construit. Il était probablement alimenté par la nappe phréatique en cet endroit. La bonne conservation de la structure ainsi que sa datation assez précoce, aux origines de l'agglomération antique du *vicus Augustus*, en font une découverte relativement exceptionnelle.

ABSTRACT. The preventive archeology dig, carried out in 2017 as part of the Aosta bypass (Isère), uncovered an extremely well-preserved wooden aqueduct. The samples taken in thirteen plates, with a view to dendrochronological dating, date the felling of oaks (*Quercus fc*) during the autumn or winter to 19 and 18 BC, chronology corroborated by stratigraphic and ceramic data. The structure crosses the excavation area over a length of 32.40 m. Built in sections of 7.09 to 7.60 m in length, it uses massive planks whose elevation is only guaranteed by the narrowness of the installation trench and by a few crosspieces. These latter also support the cover boards. No fixing element, nor any assembly and sealing system is involved. The book has no background. It was probably fed by groundwater at this location. The good conservation of the work as well as its rather early dating, at the origins of the ancient agglomeration of the *vicus Augustus*, make it a relatively exceptional discovery.

MOTS-CLÉS. Aoste, Antiquité, Aqueduc, Bois, Captage.

KEYS-WORDS. Aoste, Antiquity, Aqueduct, Wood, Catchment.

1. Contexte de la découverte

Dans le cadre de l'aménagement du contournement routier d'Aoste (Isère), une fouille d'archéologie préventive a été réalisée en 2017 sur 1,1 ha (*figures 1 et 2*)¹. La parcelle se situe dans la plaine alluviale de la Bièvre, à l'ouest de la commune. Si des vestiges du second âge du Fer ont été mis en évidence, le site a avant tout livré deux quartiers d'habitations antiques localisés en bordure immédiate d'axes routiers importants, caractérisés par une occupation s'étalant sur une longue durée. Cette opération a permis de connaître ainsi pour la première fois l'évolution de plusieurs îlots du *vicus Augustus* depuis sa création jusqu'à l'Antiquité tardive. Elle offre une image relativement complète du cadre de vie et des vicissitudes d'une population d'artisans et de commerçants établis en marge de l'agglomération antique. Si la création du *vicus* est traditionnellement datée entre les années 16 et 13 av. J.-C., à l'occasion du séjour de l'empereur Auguste à Lyon, des traces d'occupation romaine sont lisibles peu

¹ Cette fouille d'archéologie préventive a été prescrite par les services de l'État (SRA Auvergne-Rhône-Alpes) et financée par le département de l'Isère. Elle fut réalisée par une équipe d'archéologues du bureau d'études Éveha et dirigée par l'un des auteurs.

avant, à savoir entre les années 40 et 15 av. J.-C., période pour laquelle une phase de travaux sous forme de remblaiement est visible dans la partie nord du site. Cette première occupation antique demeure toutefois assez fruste et correspond avant tout à une série de structures linéaires associée à un petit bâtiment à vocation artisanale, inscrits dans la même trame que celle de l'occupation protohistorique. L'élément le plus remarquable pour cette période relativement précoce est un aqueduc en bois aménagé à une quinzaine de mètres plus au sud de l'édifice évoqué plus haut.

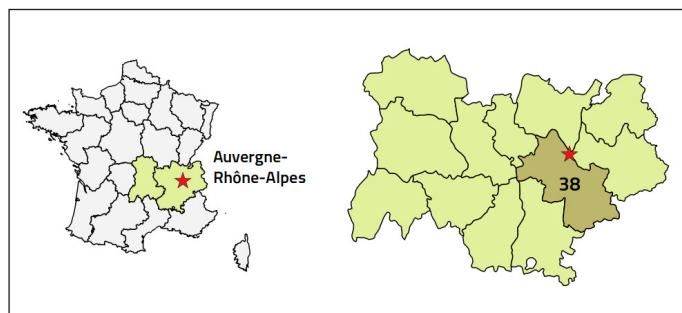


Figure 1. Localisation d'Aoste. © DAO S. Foisset.

2. Présentation de l'ouvrage

La structure est constituée d'une conduite en bois, formée de planches longues, larges et massives, enterrées dans une tranchée d'installation étroite à fond plat (figure 3). Sa construction procède de l'abattage de troncs, du débitage de grumes, du transport des planches, du creusement de la tranchée, de l'installation des planches, peut-être de la mise en place de regards et, enfin, de son recouvrement. La pente de la structure est artificielle. Ouest-est, elle est perpendiculaire à l'écoulement naturel de l'eau sud-nord. Elle coupe ainsi d'anciens paléochenaux et fossés du Second âge du Fer. D'après les côtes altimétriques prises au fond de l'ouvrage, un pendage de 3,5 % est aménagé depuis le secteur de la Bièvre vers le nord-est. Rectiligne, la structure traverse l'emprise sur 32,40 m de longueur où elle ne trouve aucun raccordement. Les sections transversales rectangulaires ont des dimensions sensiblement



Figure 3. Première section dégagée de l'aqueduc, vu du nord-est. © Èveha.

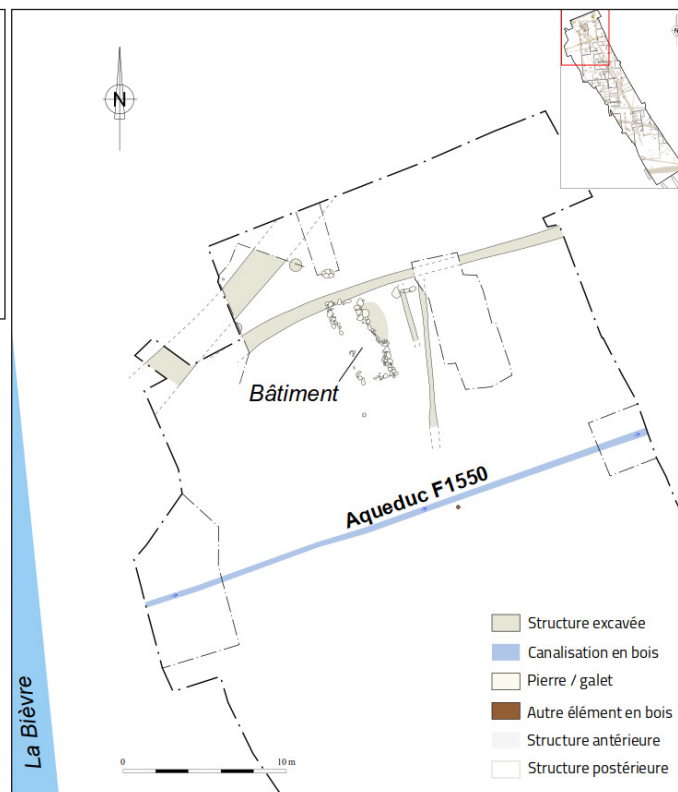


Figure 2. Plan général des vestiges de l'époque augustéenne avec localisation de l'aqueduc en bois. © DAO S. Foisset.

équivalentes : en moyenne, 49 cm de largeur (de 44 à 53 cm) et de 35 à 40 cm de hauteur. Dix planches latérales (Pl) et cinq planches de couverture (Co), soutenues par huit traverses (Tr), constituent les pièces architecturales de la partie fouillée (figure 4). Enterrée dans une tranchée étroite et peu profonde, la structure n'a pas de planche de fond. Elle repose sur un niveau de petits galets rapportés, saturé en eau. Ses parois en bois imperméables canalisent l'eau tandis que la couverture interdit toute évaporation et contamination sédimentaire. En cela, cette structure permet vraisemblablement l'adduction en eau depuis la nappe phréatique en direction de l'est.

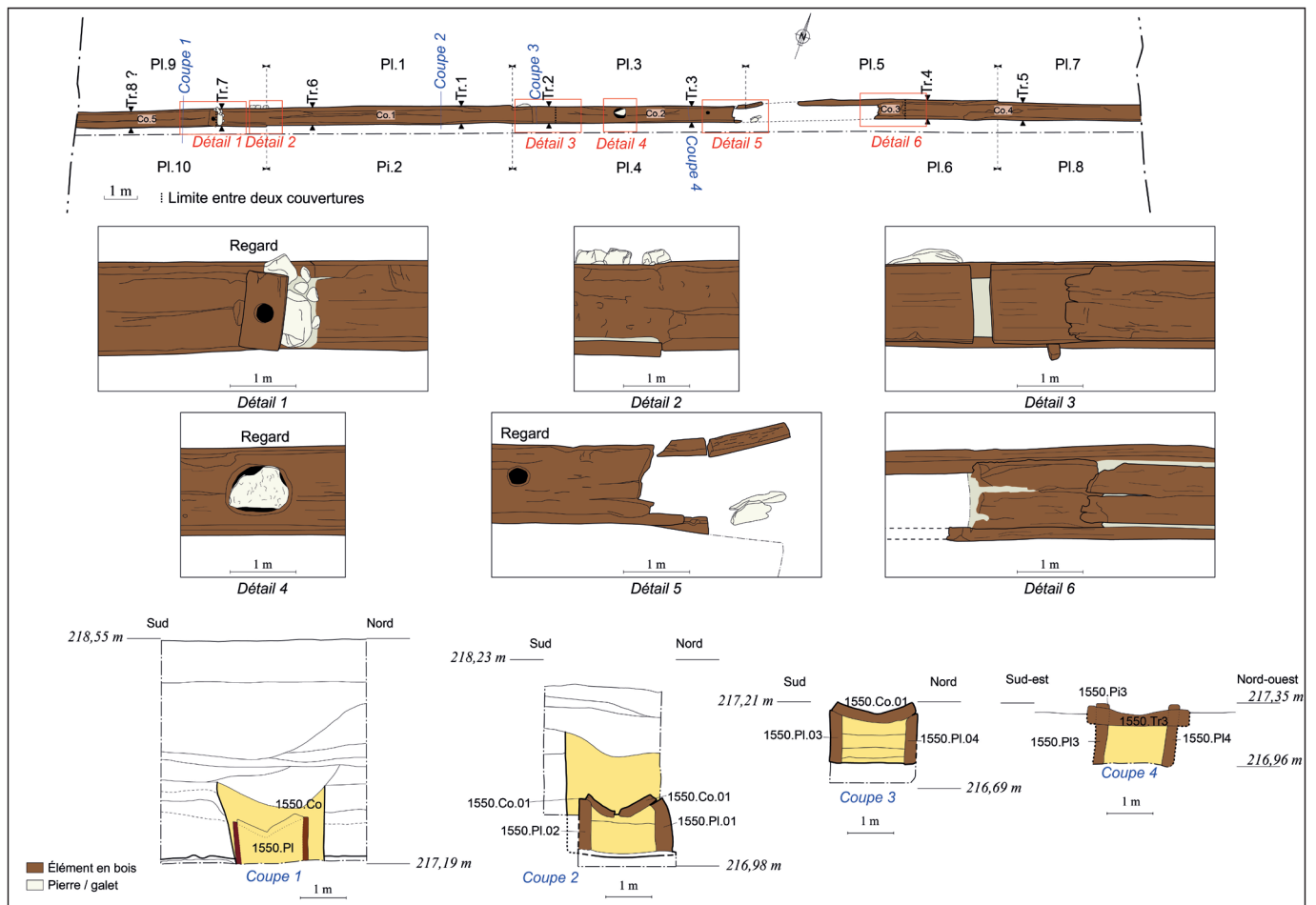


Figure 4. Relevé de la structure. Noter que le drain est composé de parois et d'une couverture en bois et repose directement sur la couche de galets et graviers © Éveha.

3. L'alimentation en eau

L'absence de fond, le contexte sédimentaire et la nature aquifère du terrain indiquent que l'ouvrage était tout ou en partie alimenté par la nappe phréatique, actuellement située à une cinquantaine de centimètres de profondeur. Ce captage témoigne d'une bonne connaissance du milieu et de son utilisation réfléchie. Il profite avantageusement d'une couche poreuse de petits galets et de sables imbibés d'eau, du fait de l'existence probable d'une couche sous-jacente imperméable (sous la côte). De manière efficace, ce captage permettait encore d'alimenter la structure (une fois curée) lors de sa fouille en 2017. En effet, après son abandon, la canalisation a progressivement été colmatée par des alluvions limono-sableux fins (*figure 5*). On ne connaît pas l'étendue de ce captage. L'aqueduc arrive de l'ouest, où son extrémité amont n'est pas localisée. En cet endroit, son parcours est actuellement limité par la Bièvre. Le tracé de cette rivière étroite et peu profonde reste inconnu pour l'Antiquité. La fouille de la canalisation a été interrompue à moins de 5 m du cours d'eau actuel. Une éventuelle connexion avec la Bièvre n'a pas été observée, mais elle n'est pas impossible. Ainsi, comme pour l'aqueduc en bois de Carhaix-Plouguer, daté du I^{er} siècle (Lotton, 2016 : 141-142), l'aqueduc mis au jour capte probablement, en plus de celles de la nappe, les eaux d'un ruisseau.

Toutefois, pour la grande majorité des aqueducs romains de Gaule méditerranéenne, « les ingénieurs antiques ont, quand ils en avaient la possibilité, délaissé les cours d'eau au régime souvent capricieux, de type torrentiel, avec des charges de turbidités fortes, directement et rapidement influencées par les précipitations toujours irrégulières, et le plus souvent brutales. Ils ont fixé leur choix sur les sources pérennes, le plus souvent karstiques, suivant en cela les prescriptions hippocratiques (VII-9, 10, 11), plus facile à capter qu'un cours d'eau dont les lits sont mobiles avec une évolution plus dynamique » (Fabre *et al.*, 2005 : 10). Dans le cas de la structure d'Aoste, on peut aussi s'interroger

sur la nécessité d'un apport hydrique complémentaire à celui de la nappe et sur les conséquences d'une dilution de ses eaux sur sa qualité. Au I^{er} siècle av. J.-C, Vitruve souligne l'importance d'apprécier la qualité des eaux destinée à sa consommation (*De Architectura*, VIII, 4-2 et VIII, 5-1). À cet égard, il précise, à propos des sources, que « les veines qu'on rencontre dans le gravier ne sont ni abondantes, ni certaines ; mais elles sont aussi très bonnes » (*De Architectura*, VIII, 1-2). Quoi qu'il en soit, cette section correspond sinon à l'extrémité de la canalisation du moins à une zone de captage. Une telle découverte est exceptionnelle car il n'en « reste souvent rien ou peu de choses » (Fabre *et al.*, 2005 : 10). Pour les majestueux aqueducs romains de Gaule méditerranéenne, par exemple, « aucune publication ne fait état de captage antique globalement bien conservé (bassin, drains, chambre de captage, etc.) ; souvent l'emplacement des griffons n'est même pas établi » (Fabre *et al.*, 2005 : 10). Malheureusement, nous dressons le même constat 17 ans plus tard. On peut cependant comparer notre découverte à celle du réseau hydraulique de Bibracte mis en place à partir du I^{er} siècle av. J.-C. Il s'agit de l'un des *oppida* les plus importants de la fin de l'indépendance gauloise. On y constate l'omniprésence des points d'eau distribués sur l'ensemble du site, caractérisés notamment par la mise en place de bassins et de grandes structures excavées, de type réservoir (Boreau, 2020). L'alimentation en eau profite de la résurgence de nombreuses sources. L'eau est ensuite distribuée ou évacuée au moyen de canalisations dont certaines sont coffrées de planches. À Aoste, l'absence d'un bassin semblerait confirmer le captage sous-terrain d'une nappe. Cette technique est attestée par Vitruve dans un chapitre intitulé : « À propos de la manière de trouver de l'eau ». L'auteur explique : « Pas de difficulté, quand une fontaine fera jaillir ses eaux du sol ; mais quand il n'en sera point ainsi, alors il faudra aller les chercher sous terre et en recueillir les sources » (*De Architectura*, VIII, 1-1). Par conséquent, la notion de drain, évoquée plus haut, mérite qu'on s'y attarde car elle pourrait prévaloir à celle d'aqueduc dans ce contexte particulier de captage.



Figure 5. Comblement de la structure en bois par des alluvions fines limono-sableuses. © Éveha

4. Drain ou aqueduc ?

Aqueduc est un terme générique apparu au XVI^e siècle, emprunté au latin « *aquaeductus* » ou « *aquae ductus* » (Cicéron, *Att.*, 1, 6) qui signifie littéralement « conduite d'eau ». *Stricto sensu* « aqueduc » peut donc désigner toutes sortes de canalisations. Toutefois, l'usage veut que le terme aqueduc s'emploie pour qualifier les canaux ou les conduites construits pour l'adduction à destination d'agglomérations

ou d'édifices qui ont besoin d'être alimentés en eau. D'une construction souvent rudimentaire (rigole, fossé empierré, mais aussi canalisation sommaire), un drain permet d'abord d'évacuer l'excès d'eau d'un terrain, dans le but de l'assainir, de le désengorger, voire de l'assécher (de l'anglais *to drain*). Pourtant, on considère inversement qu'un drain permet aussi de capter l'eau afin d'irriguer. Ces structures peuvent être monumentales à l'Antiquité. C'est par exemple le cas des *qanâts* au Proche-Orient. Du point de vue technique, le terme de *qanât* est le plus souvent associé à des galeries souterraines drainant l'eau depuis une roche magasin, située en amont, vers un piémont où l'eau sert à l'irrigation des cultures (Reddé, 2012 : 145-156). Par analogie, on devrait donc aussi qualifier de drains, toutes les structures de captation (sans fond étanché) et considérer l'aqueduc seulement comme un canal collecteur d'une architecture particulière. Un réseau d'adduction pourrait donc se composer de drains de captation, situés en amont, qui alimentent un aqueduc, en aval. Si la section fouillée fonctionne effectivement comme un drain (d'une certaine façon, proche du type galerie drainante), pour autant, son orientation et sa localisation proche du cœur de l'agglomération antique ne permettent pas d'exclure une double fonction. Quoi qu'il en soit, comme on ne sait pas ce que la structure alimentait (aqueduc, bassin, réservoir, etc.), il nous paraît plus significatif de la qualifier directement d'aqueduc.

5. L'état de conservation de l'ouvrage

L'état de conservation de l'aqueduc est inégal. Il est très bien préservé dans la partie ouest. Des coupes transversales montrent toutefois que le poids des sédiments a cintré les planches de couverture (*figure 3*). Dans la partie est, la couverture est très dégradée. La qualité du bois semble en être responsable (bois nouveaux, aux fils tors et spongieux). La méthode de recouvrement a pu aussi la fragiliser davantage longitudinalement : ici, les planches de couverture ne sont pas couvrantes, mais intégrées entre les planches latérales et seulement portées par quelques traverses. La partie centrale a été endommagée lors du creusement d'une fosse et d'un puits appartenant à des occupations postérieures. La planche latérale 6 et la couverture 2-3 (les éléments n'étant pas connectés) ont ainsi été coupées à la hache, puis arrachées pour en dégager plusieurs mètres de longueur (4,43 m de couverture et 4,02 m de piédroit).

6. La tranchée d'installation et la méthode de construction

Enterré, l'ouvrage a été installé dans une tranchée étroite à section rectangulaire, de 55 cm de profondeur et 64 cm de largeur maximale, creusée dans un niveau argilo-limoneux de couleur grisâtre jusqu'à atteindre un niveau de galets de 1 à 4 cm de module (*figure 6*).



Figure 6. Tranchée d'installation de l'aqueduc. © Éveha.

6.1. Les traverses

Une fois la tranchée creusée, des planches ont été placées sur chant. La verticalité et l'écartement des planches latérales sont alors garantis par des traverses (de 5 à 9 cm de largeur et de 3 à 5,5 cm d'épaisseur) prenant la forme de grosses agrafes en bois (*figures 5 et 7*). Celles-ci sont encastrées dans des entailles rectangulaires ménagées dans les tranches supérieures des planches latérales. Les dimensions des entailles ont été ajustées aux dimensions des traverses. Les extrémités des agrafes constituent un blocage extérieur au caisson, de 12 cm de hauteur et de 5 à 6 cm de largeur. Pour les planches latérales les mieux conservées, il existe deux traverses par section, situées entre 0,75 et 2 m en retrait de chaque extrémité des planches.

6.2. Les planches latérales

Les planches latérales mesurent 33 cm de largeur en moyenne (30 à 34 cm) et de 6 à 8 cm d'épaisseur. Elles sont installées par deux pour former des tronçons. On en compte cinq dans l'emprise, dont deux partiellement visibles. Le tronçon Pi1/Pi2 mesure environ 7,40 m de longueur, celui Pi3/Pi4 7,09 m, celui Pi5/Pi6 peut être estimé à 7,60 m. Entre chaque tronçon, les planches sont affrontées. L'écart est de 0,5 cm à exceptionnellement 4 cm. Aucun système de fixation ou d'assemblage, ni d'étanchéité n'existe entre eux. La mobilité latérale des tronçons explique probablement que les écarts sont transversalement plus importants. Les décalages peuvent atteindre jusqu'à 4 cm si les planches ont une surépaisseur due à la méthode de débitage (*figure 8*).

6.3. Les calages

Des pierres de calages ont permis d'ajuster la hauteur des parois latérales afin de mettre à niveau leur tranche supérieure et donc les planches de couverture (*figure 9*). Ces pierres n'ont pas toutes été dégagées, lors de la fouille. En effet, nous avons dû laisser des bermes pour soutenir la structure. Toutefois, 28 pierres ont été localisées. Il s'agit exclusivement de pierres plates de schiste bleu, de 11 à 45 cm de longueur et de 3 à 11 cm d'épaisseur. Du fait de leur faible épaisseur (6,5 cm en moyenne), deux pierres ont été superposées pour rattraper un écart plus important à trois endroits. La position des calages de réglage apparaît aléatoire : il n'existe pas de régularité de distance ou de positions récurrentes et particulières (*figure 9*).



Figure 7. Traverse 1 entre Pi. 1 et Pi. 2. © Éveha.



Figure 8. Décalage transversal des tronçons Pi. 1/Pi. 2 et Pi. 3/Pi. 4, présence d'un bourrelet sciage sur Pi. 2. © Éveha.



Figure 9. Calage sous les piédroits. © Éveha.

6.4. Les planches de couverture

Des planches ont ensuite été posées pour couvrir la canalisation (*figure 10*). Longitudinalement, ces dernières sont assemblées par de simples entures obliques de 16 cm et 18 cm de longueur (Co3 sous Co4 et Co1 sous Co2). La jonction entre Co1 et Co5 a été perturbée, mais un biseau semble exister sur Co1. Les planches recouvrent ou chevauchent deux à trois tronçons. Ces planches mesurent de 7,33 m (Co4) à 10,37 m (Co1). À l'ouest, les planches reposent sur l'épaisseur des planches latérales qu'elles ne dépassent pas. Les planches de couverture ont ici de 42 à 45 cm de largeur. À l'est, après la partie endommagée, les planches sont intégrées entre les piédroits et donc seulement portées par les traverses. Les planches ont ici de 36 à 38 cm de largeur. Ce changement de technique résulte peut-être des dimensions des planches disponibles.



Figure 10. Recouvrement par biseau des planches de couverture 1 et 2, présence d'une traverse. © Éveha.

7. Les traces d'outils

7.1. La scie

Les planches latérales présentent toutes les mêmes traces d'outils, visibles uniquement sur la partie externe des planches. Elles sont par ailleurs mieux conservées dans leur moitié inférieure, de sorte qu'elles ne sont visibles que sur 20 cm de hauteur au maximum. Ces traces sont longues, rectilignes, parallèles et obliques, espacées régulièrement de 2 à 4 cm (*figure 11*). Il s'agit de traces de scie. L'obliquité des stries et des traces d'arrêt indique que le travail a été réalisé verticalement au moyen d'une scie de long. En effet, les planches Pi1, 5, 8 et 10 présentent un renflement à une extrémité. Situé à l'extérieur de la canalisation mais parfois à l'intérieur (Pi5), il marque l'arrêt du sciage selon un angle allant de 44 à 75° et de 25 à 35 cm de l'extrémité des planches (*figures 8 et 9*). L'absence de traces d'outil sur cette portion suggère que le bois est ici éclaté. Cette action traduit soit l'impossibilité de scier la planche jusqu'à son extrémité du fait, par exemple, de l'existence d'un cadre ou d'un échafaudage qui porte la grume, soit de la volonté de réduire l'effort de sciage. L'usage de la scie de long est assez bien attesté pour la période antique (Guillaumet, 1996 : 40 ; Épaud, 2020 : 141-154).



Figure 11. Exemple de traces laissées lors du sciage du piédroit 6, face externe. © Éveha.

7.2. La hache

Les planches 4, 5 et 6 ont été découpées lors du creusement de la fosse et du puits à une période ultérieure (*figure 12*). Elles ont été taillées à la hache comme le suggère l'obliquité des traces. Les coups ont été portés verticalement, de haut en bas, dans l'épaisseur des planches latérales. À l'extrémité est de la planche latérale 5, le travail a été effectué sur 24 cm de hauteur, d'abord sur toute l'épaisseur de la planche puis sur des demi-épaisseurs. Au dernier coup porté, il semble que les fibres aient été arrachées. Du côté ouest de la planche latérale 4, les coups sont espacés d'environ 2 cm, puis deviennent nettement plus resserrés. Ils ont été portés principalement depuis l'intérieur de la canalisation, comme l'indique l'obliquité des traces. L'extrémité orientale de la planche de couverture 6 a été taillée par une succession de biseaux marqués intérieurement et extérieurement. Ils mesurent 6 et 4 cm de hauteur. Dans la partie basse, les coups restent obliques mais sont plus resserrés.



Figure 12. Coups de hache portés à l'extrémité du piédroit 5.
© Éveha.

7.3. Les regards

Dans la partie ouest, il existe trois regards, sur environ 15 m de longueur. La distance entre chacun d'eux est respectivement de 12,30 m et de 2,65 m. Pour être fonctionnels, ces regards devaient être accessibles. La profondeur de la tranchée d'installation de la canalisation suggère qu'il devait exister des puits d'accès d'au moins 20 à 30 cm de hauteur. Non aménagés ou dégradables (quoique dans ce cas, ils auraient pu être conservés), ces puits n'ont pas été (véritablement) observés. Situés approximativement au milieu de la largeur des planches de couverture, ces trois regards sont conçus différemment. Dans la planche de couverture 2, l'ouverture ovale de 26 par 36 cm de diamètre est obturée par un bloc de schiste de forme irrégulière (*figure 13*). La présence de nombreux tessons de céramique au-dessus de cette ouverture pourrait suggérer l'existence d'un puits d'accès. Les contours de cette structure en creux étaient toutefois peu lisibles. Sur la même planche, il existe un trou plus petit de 11 par 13 cm de diamètre. Il n'a aucun système de fermeture (*figure 14*). Le troisième regard procède de l'interposition d'un élément entre les planches de couverture 1 et 5 (*figure 15*). Cette conception particulière résulte peut-être d'une réparation ou de la nécessité de créer une ouverture imprévue, dans un endroit mal adapté. L'élément rapporté est percé d'un trou de 12 cm de diamètre. Il est posé sur les tranches des parois latérales pour combler l'écart de 20 cm entre les planches de couverture. Ce bouchage mesure 46 par 24 cm de côté et de 3 à 11 cm d'épaisseur. Cette différence importante d'épaisseur est corrigée, à l'est, par deux cales en pierres de schiste, de forme irrégulière et d'une vingtaine de centimètres de module. Des galets et un fragment d'assiette en



Figure 13. Regard bouché par une pierre, creusé dans la planche de couverture 2. © Éveha.

Le troisième regard procède de l'interposition d'un élément entre les planches de couverture 1 et 5 (*figure 15*). Cette conception particulière résulte peut-être d'une réparation ou de la nécessité de créer une ouverture imprévue, dans un endroit mal adapté. L'élément rapporté est percé d'un trou de 12 cm de diamètre. Il est posé sur les tranches des parois latérales pour combler l'écart de 20 cm entre les planches de couverture. Ce bouchage mesure 46 par 24 cm de côté et de 3 à 11 cm d'épaisseur. Cette différence importante d'épaisseur est corrigée, à l'est, par deux cales en pierres de schiste, de forme irrégulière et d'une vingtaine de centimètres de module. Des galets et un fragment d'assiette en



Figure 14. Ouverture circulaire dans la planche de couverture 2. © Éveha.



Figure 15. Regard à la jonction des planches de couvertures 1 et 2. © Éveha.

céramique comblent les interstices. Un coin en bois bloque aussi l'élément au sud-ouest, probablement afin d'éviter qu'il ne tombe à l'intérieur de la canalisation. Il mesure 24 cm de longueur et de 4 à 5 cm de diamètre. Il est biseauté sur 11 cm de hauteur. Ces regards de petites dimensions permettaient probablement d'inspecter l'intérieur de la canalisation, afin de juger de son débit et de son engorgement.

8. La datation de l'ouvrage par dendrochronologie

Parmi les bois de l'aqueduc découverts, tous étant en chêne, quelques éléments ont été prélevés pour datation par dendrochronologie. Il s'agit de huit sections réalisées sur les piédroits de l'aqueduc (quatre du côté gauche et quatre du côté droit) et de cinq prélèvements réalisés sur les couvercles (l'aqueduc n'ayant pas de fond en bois). Des mesures de largeur de cernes ont été réalisées sur ces 13 prélèvements afin de générer des patrons de croissance en séries individuelles. Ces dernières comptent entre 61 à 136 cernes. Ces 13 séries de croissance se synchronisent toutes parfaitement les unes par rapport aux autres, autant du point de vue graphique que statistique. Avant même d'évoquer leurs datations dendrochronologiques², il est déjà possible de confirmer que tous les bois sont contemporains, soit chronologiquement synchrones. Aucun remploi, au moins à partir des éléments prélevés, n'est à envisager (*tableau 1* et *figure 16*).

Tableau 1. Matrice de corrélation des séries entre-elles avec les résultats des valeurs *t* de Student et des valeurs « *r* ». © F. Blondel.

Valeur R t de Student	Couverture1ind	Couverture2ind	Couverture3ind	Couverture4ind	Couverture5ind	Piédroit1ind	Piédroit2ind	Piédroit3ind	Piédroit4ind	Piédroit5ind	Piédroit6ind	Piédroit7ind	Piédroit8ind
Couverture1ind		0,4817	0,549	0,5279	0,4748	0,2893	0,4246	0,5966	0,382	0,6216	0,4661	0,4962	0,5781
Couverture2ind	4,432		0,5145	0,5488	0,4871	0,5545	0,3937	0,4968	0,3583	0,6481	0,4254	0,5655	0,611
Couverture3ind	4,827	5,8475		0,3175	0,3583	0,3719	0,3207	0,2305	0,3347	0,4931	0,3703	0,3946	0,4256
Couverture4ind	5,011	6,399	3,0685		0,3651	0,3578	0,4164	0,5524	0,5149	0,8096	0,5282	0,362	0,4481
Couverture5ind	4,144	4,5305	2,9971	3,1864		0,4537	0,4255	0,5765	0,3108	0,5681	0,629	0,575	0,5124
Piédroit1ind	1,627	5,8472	3,3524	2,9435	3,0544		0,7745	0,5623	0,4463	0,6294	0,5343	0,609	0,4561
Piédroit2ind	3,215	3,9253	3,1033	4,0191	3,4551	9,9462		0,3914	0,5793	0,7035	0,5024	0,4602	0,4352
Piédroit3ind	5,994	5,7814	2,2596	6,5272	5,7313	5,5245	3,8986		0,4904	0,6084	0,5909	0,652	0,5269
Piédroit4ind	1,939	3,2107	2,8189	4,3308	1,7608	4,6786	5,4584	4,3222		0,6485	0,5248	0,4728	0,4402
Piédroit5ind	6,397	7,7523	4,809	12,718	5,6085	5,5529	7,9805	7,2329	5,3875		0,639	0,6044	0,6399
Piédroit6ind	3,373	4,3076	3,6093	5,241	5,6054	5,3641	5,132	6,4684	4,9707	6,3806		0,5906	0,5123
Piédroit7ind	4,122	4,9913	3,1268	2,8274	5,116	4,2057	3,5914	6,2599	2,5731	5,5225	4,743		0,5403
Piédroit8ind	5,302	7,8714	4,5847	4,6489	4,7364	4,5557	4,4297	5,9789	4,1598	7,1633	5,4678	4,6748	

² Le protocole de datation ayant déjà été largement publié, seules les principales références bibliographiques sont énoncées (Schweingruber, 1988 ; Lambert, 1998 : 19-69 ; Lambert, 2006 ; Lambert *et al.*, 2010 : 205-216).

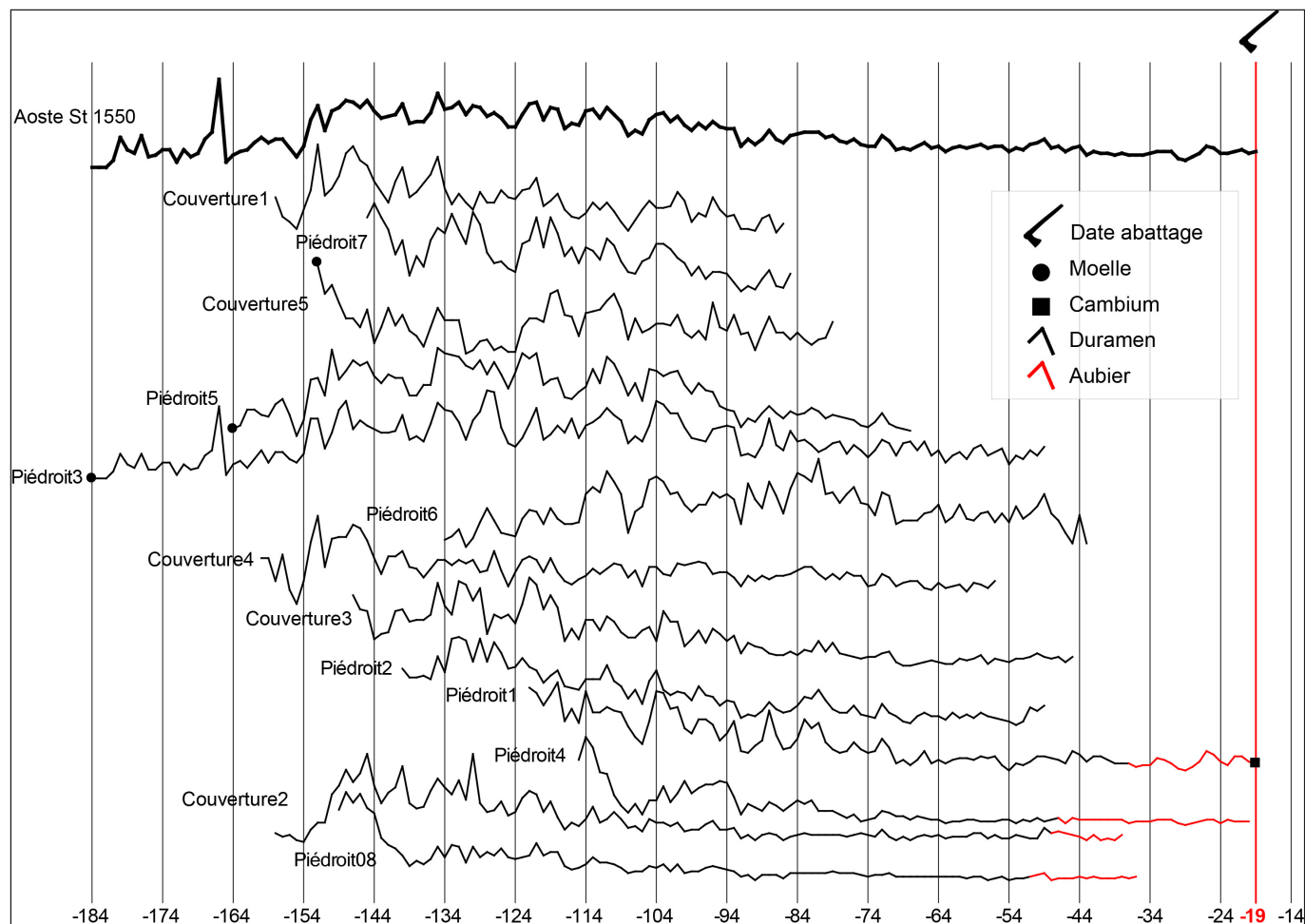


Figure 16. Courbes de croissance des prélèvements de l'aqueduc d'Aoste, ainsi que leur chronologie moyenne datée.
© F. Blondel.

Le débitage des bois de l'aqueduc, par sciage de long, contraint l'acquisition dendrochronologique à des séquences pas toujours complètes. Certains ont leur premier cerne de croissance conservé (correspondant à la moelle), d'autres ont une partie des derniers cerne de croissance conservée, correspondant à l'aubier (souvent de couleur différente sur le bois de chêne), pour au moins quatre d'entre eux (piédroit n° 1, 4, 8 et couverture n° 2). La paroi latérale n° 1 présente même l'avantage d'avoir son dernier cerne de croissance conservé (le cambium) correspondant à l'année d'abattage de l'arbre. La conservation de ce dernier cerne permet d'attester que ce bois a été abattu durant la période de repos des arbres, soit durant l'automne ou l'hiver. La synchronisation des séries de croissance des bois permet de générer une moyenne de la structure comptant 166 années. La réplication d'une même proposition de date sur l'ensemble des référentiels disponibles permet de justifier la datation de manière certaine pour l'année 19/18 av. J.-C.³ (**tableau 2**). Cette datation est corroborée par les données stratigraphiques et l'analyse du mobilier retrouvé au niveau des regards.

Tableau 2. Justificatifs de datation à partir des résultats obtenus à partir de référentiels. © F. Blondel.

Références	Auteurs	GL/RD	z/RD	r/iE	t/iE	Overlap
Stuttgard.wurt	Univ. Hohenheim - B. Becker	64,6	3,7	0,38	5,14	166
Bourgogne.classic.beta	LCE - Cedre (C. Perrault, O. Girardclos)	66,46	4,22	0,34	4,58	166
Franche-Comté.beta	LCE - Cedre (C. Perrault, O. Girardclos)	68,1	4,62	0,39	5,41	166
Classic Oaks-Cor	LCE - S. Durost, G.N. Lambert	68,9	4,84	0,35	4,64	166
Auvergne.classic	LCE - Cedre (F. Blondel)	67,68	4,53	0,35	4,76	166
Oak-Antiquity	LCE - Cedre (F. Blondel)	70,12	5,15	0,32	4,18	166

³ La saison d'abattage ayant été reconnue sur le dernier cerne conservé du Piédroit n° 1, pour l'automne ou l'hiver, c'est pour cela que l'année d'attribution se situe durant l'automne 19 av. J.-C. ou durant l'hiver 19 ou 18 av. J.-C.

9. La matrice de corrélation

La comparaison graphique et statistique entre chaque patron de croissance permet de percevoir des origines communes entre les différents éléments de l'aqueduc, mises en évidence sous forme d'une matrice de corrélation. Tous ces résultats sont mis en évidence au sein d'une matrice de corrélation, livrant les résultats de l'interdatation à partir du t de Student et de la valeur de corrélation r entre toutes les séries individuelles (**tableau 1**). En effet, le débitage sur dosse des piédroits et couvertures laisse supposer que plusieurs éléments de cette structure sont issus de mêmes arbres. Il est donc possible d'attester de probables origines communes. Comme c'est le cas pour les parois latérales n° 1 et n° 2, appartenant très probablement au même chêne, ou encore le piédroit n° 5 avec la planche de couverture n° 4, dont les valeurs de corrélation « r » sont supérieures à 0,77 et 0,81 (Jansma, 1995 : 57-68 ; Girardclos & Petit, 2011 : 369). Pour les autres éléments étudiés, même si les valeurs de corrélation sont moins significatives, les résultats démontrent de fortes similitudes. En effet, les chênes sélectionnés pour réaliser les piédroits et les planches de couverture ont très certainement fait l'objet d'une même phase de coupe au sein d'une même forêt.

10. Les calibres et âges des chênes exploités

À partir des patrons de croissance et de l'estimation de leur moelle pour tous les individus de l'aqueduc, il est possible de percevoir quel type de peuplement de chêne a été exploité (Girardclos & Petit, 2011 : 63-364 ; Blondel & Girardclos, 2018 : 21-22). Tous ayant été attestés comme contemporain, le dernier cerne le plus récent conservé, soit le cambium de la paroi latérale n° 1, permet de restituer le nombre de cernes manquants pour tous les autres éléments. Pour l'estimation de la moelle quand cette dernière n'est plus conservée selon le mode de débitage employé et l'emplacement du bois dans la grume, elle se réalise à partir du prolongement et de la convergence des rayons ligneux (Girardclos & Petit, 2011 : 363-364 ; Blondel & Girardclos, 2018 : 21-22). Cette approche permet de restituer le calibre des arbres exploités. Les calibres réels ou estimés sont relativement similaires, compris entre 0,32 et 0,56 m de diamètre (diamètre moyen : 0,42 m), sauf pour un individu d'environ 1 m de diamètre (parois latérale n° 4 ; **figure 17**). Hormis cet arbre remarquable qu'il faut écarter en raison des réserves à prendre selon le calcul de son calibre, les autres arbres exploités correspondent à une sélection spécifique de calibre relativement similaire et orientent le choix vers des chênes très certainement sélectionnés pour leur diamètre. À partir de l'estimation des calibres, il a été possible par extension d'estimer leur âge. Ayant pu renseigner la matière non conservée sur le bois autant celle vers la moelle et celle vers la périphérie des arbres, le nombre d'années a été estimé à partir des croissances moyennes des premiers et/ou des derniers cernes conservés par rapport à la quantité de matière restituée (Blondel & Girardclos, 2018 : 21-22). Ainsi, il est possible d'estimer des arbres âgés entre 119 et 212 ans (moyenne de l'âge : 153 ans ; **figure 17**).

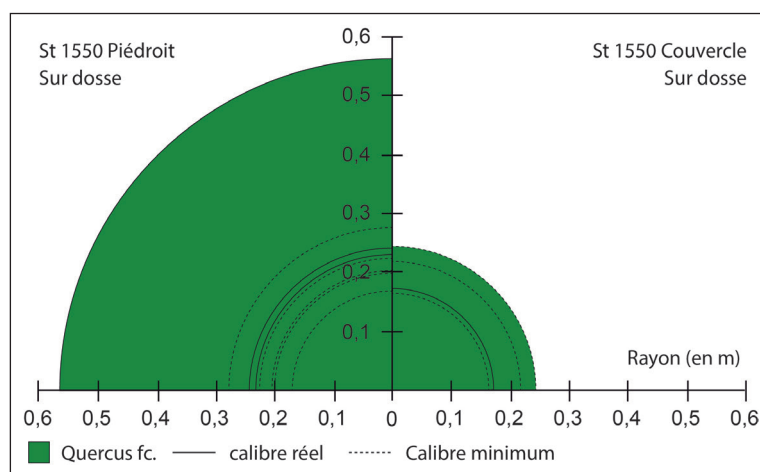


Figure 17. Comparaison des estimations des calibres de chênes exploités pour la réalisation de l'aqueduc. © F. Blondel.

12. La tendance d'âge

Une tendance de croissance a été générée à partir des différents patrons de croissance des bois de l'aqueduc (Kaennel & Schweingruber, 1995). Elle permet de mettre en évidence les variations de la largeur moyenne des cernes dans le temps. Elle a été comparée aux croissances de différents types de peuplements de chênes actuels pour percevoir de quel type de croissance peut se rapprocher celui obtenu pour les chênes exploités pour l'aqueduc d'Aoste (Dupouey *et al.*, 1992 ; Badeau, 1995 ; Haneca *et al.*, 2005 ; Girardclos & Petit, 2011). Il s'avère que la croissance des bois d'Aoste se place entre celle du taillis-sous-futaie et de la futaie (*figure 18*). La lecture plus fine de sa croissance rend une interprétation plus complexe. Il s'avère que les 50 premières années de la tendance d'âge est plus proche d'une croissance de type taillis-sous-futaie que celle d'une futaie. Cependant aux environs d'une centaine d'années, la croissance moyenne se rapproche de celle de futaies, pour être même inférieure aux futaies actuelles au-delà d'un siècle. S'agissant que de quelques individus, il faut rester prudent dans l'interprétation définitive. Il faut sans doute envisager un espace forestier ouvert, sans doute déjà exploité anciennement, et que ce dernier reste non exploité durant plusieurs décennies jusqu'à la construction de l'aqueduc lors de l'automne/hiver 19/18 av. J.-C.

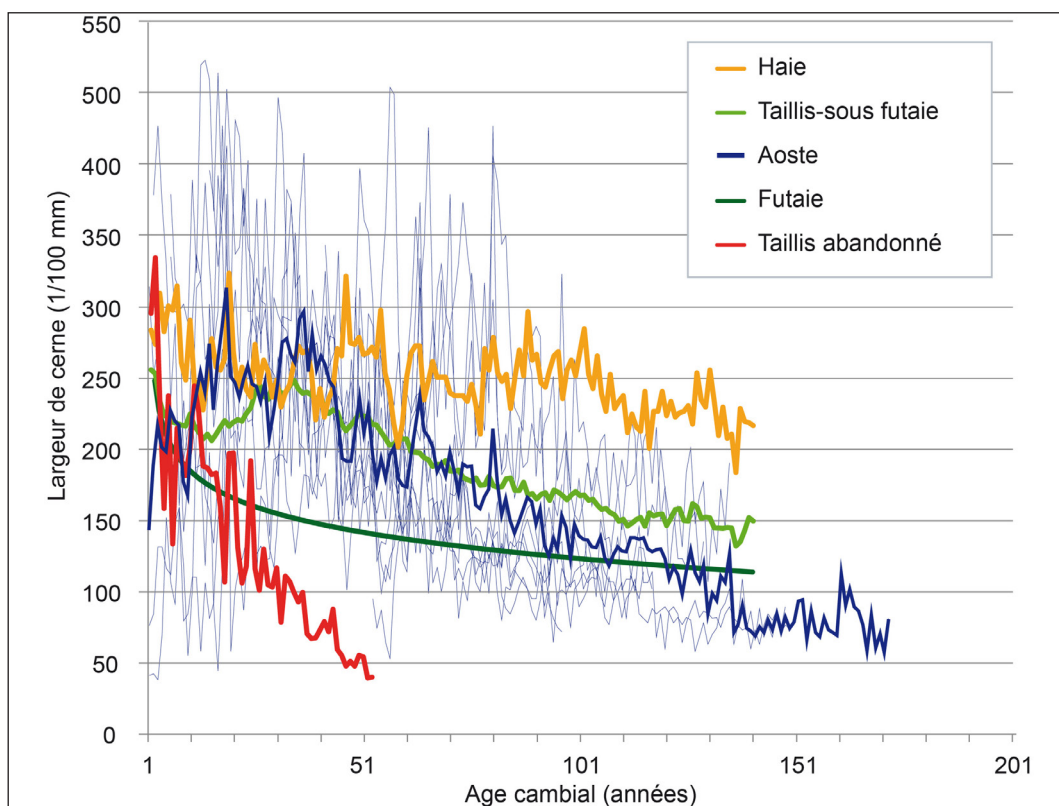


Figure 18. *Tendance d'âge des séries datées des bois de l'aqueduc et comparaison des différents types de peuplement de chêne actuels.* © F. Blondel.

13. Les éléments de comparaison

La découverte d'aqueduc en bois antique est rare. En effet, ces structures ligneuses ont l'inconvénient d'être putrescibles. Leur présence est donc difficile à mettre en évidence quand le matériau a disparu. Dans certains cas, leur existence reste toutefois vraisemblable. La présence d'emboitures en fer, d'une grande tranchée à fond plat ou encore de piles de soutènement constitue un bon indicateur quand l'itinéraire de l'aqueduc est connu. C'est le cas à Tongres en Belgique durant la seconde moitié du II^e siècle ap. J.-C. (Vanderhoeven, 2006 : 18-19), à Nimègue au Pays-Bas au I^{er} siècle ap. J.-C. (Schut, 2003), au camp de Neuss en Allemagne au I^{er} siècle ap. J.-C. (Grewé, 1988 : 48 ; Demarolle, 1999 : 381), et enfin au Vieil-Évreux, en France au début du II^e siècle ap. J.-C. (Guyard & Bertaudière, 2007 : 57). Deux types d'aqueduc en bois sont alors identifiés : monoxyles ou en planches.

L'évidement d'une grume induit une perte énorme en matière première du fait de son façonnage extérieur et de son évidement. La largeur de la canalisation est aussi limitée par le diamètre des troncs accessibles. C'est probablement pourquoi les canalisations monoxyles sont généralement étroites et utilisées sur de courtes longueurs. Elles constituent d'ailleurs souvent les coursiers de moulin hydraulique. Un très bel exemplaire de la seconde moitié du I^{er} siècle ap. J.-C. a ainsi été découvert à Vannes (Bernard *et al.*, 2016 : 99-112). Toutefois, de tels éléments pourraient avoir été mis en œuvre sur de plus grandes longueurs comme le suggèrent des fouilles menées à Carhaix-Plouguer, malgré la disparition du bois (Provost *et al.*, 2013). Datée de la seconde moitié du I^{er} siècle ap. J.-C., la canalisation était vraisemblablement constituée d'une succession de tronçons monoxyles, excédant rarement une longueur comprise entre 4 et 4,50 m, calés dans une tranchée et assemblés au moyen d'emboîtures en fer à profil en U. Les quelques éléments de calage latéraux observés assemblés en partie basse de la tranchée incitent les auteurs à restituer des pièces de bois composées de troncs équarris d'environ 50 à 55 cm de largeur en moyenne. Compte tenu des dimensions des éléments métalliques, ils supposent que les dimensions du canal n'excédaient pas 30 cm de largeur et 40 cm de hauteur. Une fois positionnée, chaque pièce de bois était calée latéralement dans la tranchée au moyen de dalles de schiste ; les espaces laissés libres entre ces calages ont été comblés d'un sédiment sableux et graveleux. Des planches pourraient avoir couvert la structure. Au terme de l'étude, les auteurs mentionnent les découvertes de conduites monoxyles en Allemagne (Provost *et al.*, 2013 : 299), au camp d'Oberstimm (Grewe, 1988 : 48) et au sanctuaire de Heckenmünster (Musée du Luxembourg, 1983 : 137-138).

Effectivement, les exemplaires français sont rares. Toutefois, une fouille menée dans le 5^e arr. de Lyon a récemment dégagé un segment d'une double conduite en bois de l'aqueduc de l'Yzeron (Motte, à paraître). Son installation date du début du I^{er} siècle ap. J.-C. Les vestiges de douze pièces de bois ont permis de reconstituer deux conduits parallèles. Les deux tuyaux sont installés sur le fond d'un important fossé, large de 4 m à son ouverture et profond d'au moins 2,80 m. Malgré les destructions causées par le creusement de nombreuses caves modernes, l'aqueduc est conservé sur deux segments de 8 et 3 m, soit sur une longueur totale de 24 m, selon un axe est-ouest. Les deux assemblages sont constitués de segments de troncs de chêne de grand diamètre, évidés sur quartier et de profil trapézoïdal. L'observation des éléments de bois suggère un aboutement plat par emboîture métallique. Canalisations monoxyles et en planches peuvent par ailleurs se trouver sur un même site. À Strasbourg, un ensemble d'habitats, datés de la fin du I^{er} siècle ap. ou du début du II^e siècle ap. J.-C., est bordé de nombreuses canalisations en bois (Baudoux & Canterelle, 2006 : 67-102). Deux modèles cohabitent : des canalisations monoxyles en U et des structures aux parois de planches ou de madriers, parfois de dimensions importantes. La structure 13 par exemple, aux parois inclinées, présente une ouverture minimale de 50 cm à son sommet pour une profondeur conservée de 90 cm. Elle est fermée par un couvercle en bois. Les auteurs proposent que ces deux systèmes distinguent des fonctions différentes : évacuation des eaux pluviales ou des eaux usées dans les petites canalisations monoxyles en U et adduction d'eau potable dans les structures en planches. Les exemples d'aqueducs construits en planches demeurent eux aussi peu nombreux. En Grande-Bretagne, l'aqueduc de Dorchester date du dernier quart du I^{er} siècle ap. J.-C. (Putnam, 1997 : 369). Les planches formaient un canal de 0,80 à 1 m de largeur pour 0,25 m profondeur en moyenne. À Elsbachtal, en Allemagne, le canal est formé de planches de bois de 0,50 m de largeur pour 1,80 m de longueur (Arora, 2003 : 113). En Suisse, une canalisation en bois découverte à Eschenz faite de planches de chêne soigneusement travaillées est datée par dendrochronologie de l'année 18 ap. J.-C. (Hedinger & Leuzinger, 2003 : 84-85).

Conclusion

L'aqueduc d'Aoste offre l'un des rares exemples avérés du captage d'une nappe phréatique pour un système d'adduction dans le monde romain. Conservé dans un milieu humide, il constitue de surcroît l'un des rares témoins d'aqueduc en bois découvert en France et même en Europe. Si beaucoup ont disparu naturellement, au cours du temps, en revanche, d'autres ont probablement été remplacés. En effet, les aqueducs en bois recensés dans cet article partagent une même caractéristique. Comme pour

celui d'Aoste, ils datent de la mise en place des agglomérations ou des édifices qu'ils alimentent. Ainsi l'aqueduc du Eifele à Cologne, plus précisément à Mechernich, pourrait présenter une conduite provisoire en bois jusqu'à l'achèvement d'une tranchée profonde destinée à accueillir un aqueduc maçonné (Grewe, 1985 : 39- 42, 1986 : 94-101). Généralement, ces ouvrages en bois semblent constituer un état antérieur à la réalisation de conduites en béton banché. C'est probablement le cas à Elbstahchl (Arora, 2003 : 113), à Carhaix (Provost *et al.*, 2013 : 299), au Vieil-Evreux (Guyard & Bertaudière, 2007 : 57) et au camp de Neuss (Grewe, 1988 : 48 ; Demarolle, 1999 : 381). De fait, dans la mesure où on peut s'approvisionner en arbres, le bois est facile et rapide à mettre en œuvre, pour un coût de construction probablement assez limité. Il permet de construire l'ouvrage par tronçons et dans des tranchées étroites car les planches latérales sont minces. Ce type de matériau peut donc constituer une solution idéale, mais peut être temporaire, eu égard à sa faible longévité quand il est exposé au soleil ou au gel. Dans ces conditions, comme l'indique Pline pour les tubes en bois servant de conduites, il est préférable de l'enterrer (*Hist. Nat.*, XVI, 91). Dans notre cas, la résistance de la couverture doit être aussi garantie à long terme. Il n'en demeure pas moins que le bois devient putrescible dans certains cas et qu'il peut être aussi victime de dégâts causés par des xylophages. Aussi, ce matériau sensible ne devrait logiquement n'être mis en œuvre que dans des milieux humides et d'autant, qu'à défaut d'être étanché, peut-être comme pour un bateau (avec du tissu poissé en Gaule romaine), les canalisations en planches induisent des pertes. D'un autre côté, remarquons que si une canalisation monoxyle est naturellement étanche (excepté aux jonctions des éléments), elle limite souvent la largeur de l'aqueduc et donc le volume d'approvisionnement. Cette solution pratique paraît donc effectivement imparfaite en comparaison avec les aqueducs banchés. D'ailleurs, Vitruve ne mentionne pas l'utilisation de canalisations en bois : « On peut conduire les eaux de trois manières, ou par des aqueducs en maçonnerie, ou par des tuyaux de plomb, ou par des tuyaux en poterie » (*De Architectura*, VIII, 7-1). Pourtant, avant de devenir architecte à Rome, Vitruve officia comme soldat en Gaule. Ainsi, soit il n'a pas eu connaissance de cette technique, dès lors probablement marginale, soit elle lui semblait anecdotique et/ou peu efficace. *In fine*, la découverte de cet aqueduc, très bien conservé, permet d'enrichir considérablement la documentation sur la genèse du *vicus Augustus* qui souffrait jusqu'à une date récente d'une absence de données.

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts à déclarer.

Sites internet consultés

Définition : <https://www.cnrtl.fr/etymologie/aqueduc/>.

Traduction des références latines : <http://remacler.org/>.

Bibliographie

- Arora, S., 2003. Römische Wasserleitungen im Elsbachtal, *Schriftenreihe des Frontinus Gesellschaft*, 25, 105-119.
- Baudoux, J., Cantrelle, S., 2006. Les habitats gallo-romains en terre et en bois de la rue de la Mésange à Strasbourg, *Revue archéologique de l'Est*, 55, 67-102. <http://journals.openedition.org/rae/661>.
- Bernard, V., Brisotto, V., Gluhak, T. M., Simon, L., Bailleu, M., 2016. Une meunerie hydraulique d'époque romaine à Vannes (Morbihan, France), in : Jaccotey, L., Rollier, G. (éds.), *Archéologie des moulins hydrauliques à traction animale et à vent des origines à l'époque médiévale et moderne en Europe et dans le monde méditerranéen. Actes du colloque international, Lons-le-Saunier du 2 au 5 novembre 2011, vol. 1*, Annales littéraires de l'Université de Besançon, Besançon, 99-112. <https://hal-inrap.archives-ouvertes.fr/hal-01774496>.
- Badeau, V., 1995. *Étude dendroécologique du hêtre (Fagus sylvatica L.) sur les plateaux calcaires de Lorraine. Influence de la gestion sylvicole*, Thèse de doctorat, Université Nancy 1, Nancy, 255 p.
- Blondel, F., Giradclos, O., 2018. Approche dendroarchéologique de l'approvisionnement de la ville antique d'Augustonemetum (Clermont-Ferrand - Puy-de-Dôme) en bois d'œuvre et exploitation forestière, *ArchéoSciences, Varia*, 42(1), 17-33. <https://doi.org/10.4000/archeosciences.5135>.

- Boreau, L., 2020. La gestion de l'eau à Bibracte (Saône-et-Loire), avant et après la Conquête romaine, *Gallia*, 77(2), 57-96. <https://doi.org/10.4000/gallia.5192>.
- Demarolle, J.-M., 1999. Au temps de l'eau abondante entre Seine et Rhin : des différences significatives ?, in : Bedon, R. (éd.), *Les aqueducs de la Gaule romaine et des régions voisines. Actes du Colloque de Limoges, 16-17 mai 1996, Caesarodunum XXXI*, Presses Universitaires de Limoges, Limoges, 369-397.
- Dupouey, J.-L., Denis, J. B., Becker, M., 1992. A new method of standardization for examining long term trends in tree-ring chronologies, *Lundqua Report*, 34, 85-88.
- Épauld, F., 2020. Étude tracéologique des bois de construction du port romain de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique), *Gallia*, 77(1), 141-154. <https://doi.org/10.4000/gallia.5472>.
- Fabre, G., Fiches, J.-L., Leveau, P., 2005. Recherches récentes sur les aqueducs romains de Gaule méditerranéenne, in : Fabre, G., Fiches, J.-L., Leveau, P. (éds.), *Aqueducs de la Gaule Méditerranéenne*, Gallia, CNRS éditions, Paris, 62, 5-12. <https://doi.org/10.3406/galia.2005.3217>.
- Girardclos, O., Petit, C., 2011. L'exploitation de la forêt vue par la dendro-archéologie. L'exemple d'Oedenburg (Alsace) entre 10 et 180 apr. J.-C., in : Reddé, M., Barral, P., Favory, F., Guillaumet, J.-P., Joly, M., Marc J.-Y., Nouvel, P., Nuninger, L., Petit, C. (éds.), *Aspect de la Romanisation dans l'Est de la Gaule*, Bibracte, Glux-en-Glenne, 361-382.
- Grewe, K., 1985. *Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen*, supplément à Frontinus-Gesellschaft, Wiesbaden, Chmielorz, 1, 108 p.
- Grewe, K., 1986. *Atlas der römischen Wasserleitungen nach Köln*, Rheinische Ausgrabungen, 26, Rheinland, Koln, 289 p.
- Grewe, K., 1988. Römische Wasserleitungen nördlich der Alpen, in : *Die Wasserversorgung antiker Städte, Mensch und Wasser Mitteleuropa*, Thermen, Bau/Materialien, Hygiene, suppl. n° 3 à Frontinus Gesellschaft, P. von Zabern, Mainz am Rhein, 45-98.
- Guyard L., Bertaudière, S., 2007. Les thermes de la ville sanctuaire du Vieil-Évreux, *Les Dossiers d'Archéologie*, 323, 52-59.
- Guillaumet, J.-P., 1996, *L'artisanat chez les Gaulois*, Errance, coll. « Hespérides », Paris, 127 p.
- Hedinger, B., Leuzinger, U., 2003. *Tabula rasa. Les Helvètes et l'artisanat du bois. Les découvertes de Vitodurum et Tasgetium*, Documents du Musée Romain d'Avenches, Avenches, 9, 136 p.
- Haneca, K., Van Acker, J., Beeckman, H., 2005. Growth trends reveal the forest structure during Roman and Medieval times in Western Europe: a comparison between archaeological and actual oak ring series (*Quercus robur* and *Quercus petraea*), *EDP Sciences*, INRA, 797-805. [10.1051/forest:2005085](https://doi.org/10.1051/forest:2005085).
- Inrap, 2021. Chronique de site, Avenue du Point du Jour à Lyon (Rhône), 06/01/2021. <https://www.inrap.fr/une-double-conduite-en-bois-probable-segment-de-l-aqueduc-romain-de-l-yzeron-15436>.
- Jansma, E., 1995. *RemembeRINGS, The Development and Application of Local and Regional Tree-Ring Chronologies of Oak for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands*, Nederlandse Archeologische Rapporten, 19, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort, 149 p.
- Kaennel, M., Schweingruber, F.-H., 1995. *Glossaire multilingue de dendrochronologie*, Éditions Paul Haupt, Berne, 467 p.
- Lambert, G.-N., 1998. La dendrochronologie, mémoire de l'arbre, in : Evin, J., Lambert, G.-N., Langouët, L., Lanos, P., Oberlin, C. (éds.), *Les méthodes de datation en laboratoire*, Errance, coll. « Archéologiques », Paris, 13-69.
- Lambert, G.-N., 2006. *Dendrochronologie, histoire et archéologie, modélisation du temps; le logiciel dendron II et le projet Historic Oaks*, Mémoire de HDR, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Lambert, G.-N., Bernard, V., Dupouey, J.-L., Fraiture, P., Grassmann, 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 : Astrade, L., Miramont, C. (éds.), *Panorama de la dendrochronologie en France*, Édition Laboratoire Edytem, coll. « Edytem », 11, Mauguio, 205-216. https://www.persee.fr/doc/edyte_1762-4304_2010_num_11_1_1169.
- Lotton, A.-M., 2016. *Carhaix-Plouguer (29), Kergova – Extension Synutra*, Rapport final d'opération archéologique (fouille préventive), Eveha – Études et valorisations archéologiques (Limoges, F), 1 vol., SRA Bretagne, 180 p.
- Motte, S., à paraître. Les conduites en bois de l'aqueduc de l'Yzeron, in : Coquidé C., Borlenghi A. (éds.), *Les aqueducs romains de Lyon*, suppl. *Gallia*, CNRS Éditions, Paris.
- Musée du Luxembourg, 1983. *La civilisation romaine de la Moselle à la Sarre. Vestiges romains en Lorraine, au Luxembourg, dans la région de Trèves et en Sarre*, Exposition du musée du Luxembourg, Paris, 6-31 octobre 1983, P. Von Zabern, Mayence, 358 p.
- Provost, A., Lepretre, B., Philippe, E., 2013. *L'aqueduc de Vorgium / Carhaix (Finistère) - Contribution à l'étude des aqueducs en bois*, suppl. *Gallia*, 61, CNRS Éditions, Paris, 352 p. <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.46967>.

- Putman, B., 1997. The Dorchester Roman Aqueduct, *Current Archaeology*, 154, 364-369.
- Putman, B., 1998. Dorchester roman aqueduct, *Proceedings of the Dorset Natural History and Archaeological Society*, 120, 94-96.
- Reddé, M., 2012. Entre Afrique et Égypte. Les installations hydrauliques dans le désert et le prédésert à l'époque romaine, in : Guédon, S. (éd.), *Entre Afrique et Égypte : relations et échanges entre les espaces au sud de la Méditerranée à l'époque romaine*, Ausonius Editions (coll. « Scripta Antiqua », 49), Bordeaux, 145-156. <https://doi.org/10.46608/basic3.9782356134899.19>.
- Schut, P.-A.-C., 2003. Ein Aquädukt für das römische Nijmegen? Neue Ergebnisse archäologischer Prospektion, *Schriftenreihe des Frontinus Gesellschaft*, 25, 121-133.
- Schweingruber, F. H., 1988. *Tree-rings – Basics and applications of dendrochronology*, Dordrecht, Kluwer, 276 p.
- Vanderhoeven, A., 2006. Tongres, chef-lieu de municipes, *Les Dossiers de l'Archéologie*, 315, 16-21.

Auteurs antiques

- Hippocrate, *Des airs, des eaux et des lieux*. Traduction de Ch. V. Daenberg, 1844, Charpentiers éditions et Fortin, Masson et C^{ie} éditions, Paris. <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/Hippocrate/eaux1.htm>.
- Vitruve, *De l'architecture*. Traduction de M. Ch.-L. Maufas, 1847, C. L. F. Panckoucke éditions, Paris. <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/Vitruve/index.htm>.
- Cicéron, *Lettre à Atticus*. Traduction de M. Nisard, 1869, Firmin Didot Frères, Fils et C^{ie} éditions, Paris. <http://remacle.org/bloodwolf/orateurs/atticus1.htm>.
- Pline, *Histoire naturelle*. Traduction de É. Littré, 1848-1850, Dubochet éditions, Paris. <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/plineancien/livre16.htm>.

Archéologie, société et environnement
Archéology, Society and Environment

Journées Bois

Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés

Interdisciplinary meeting on wood and societies



sous la direction de • edited by

Paul Bacoup et Juliette Taïeb

JOURNÉES BOIS

Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés

Actes des rencontres internationales
des 18-19 octobre 2021
à l'Institut national d'Histoire de l'Art, Paris

Sous la direction de :
Paul Bacoup et Juliette Taïeb

ISSN 2752-4507
© ISTE Ltd

Ce travail a bénéficié du soutien financier du LabEx DynamiTe (ANR-11-LABX-0046)
dans le cadre du programme « Investissements d'Avenir »

**ORGANISATION DES RENCONTRES
ÉDITIONS SCIENTIFIQUES DES ACTES**

Paul Bacoup (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Protohistoire égéenne)
Juliette Taïeb (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales)

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Claire Alix (Univ. Paris 1, UMR 8096 ArchAm, Paris, France)
Vincent Bernard (CNRS, UMR 6566 CReAAH, Rennes, France)
André Billamboz (Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Esslingen am Neckar, Allemagne)
Iris Brémaud (CNRS, UMR 5508 LMGC, Montpellier, France)
Valérie Daux (UVSQ, UMR 8212 LSCE, Gif sur Yvette, France)
Frédéric Épaul (CNRS, UMR 7324 CITERES, Tours, France)
Glenn P. Juday (Univ. d'Alaska, Fairbanks, États-Unis)
Mechtild Mertz (CNRS, UMR 8155 CRCAO, Paris, France)
Maria Ntinou (Univ. Aristote, Thessalonique, Grèce)
Christophe Petit (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Hara Procopiou (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Protohistoire égéenne, Nanterre, France)
Willy Tegel (Chair of Forest Growth and Dendroecology, Univ. de Freiburg, Allemagne)

COMITÉ INVITÉ AUX RELECTURES SCIENTIFIQUES

Nicolas Adell (Univ. Toulouse Jean Jaurès, UMR 5193 LISST – Centre d'anthropologie sociale, Toulouse, France)
Cyrille Billard (DRAC Normandie – Service régional de l'archéologie, UMR 6566 CReAAH, Rennes, France)
Anne Bridault (CNRS, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Gilbert Buti (Aix-Marseille Univ., UMR 7303 TELEMMe, Aix-en-Provence, France)
François Calame (Compagnon du devoir, Ministère français de la culture, Charpentiers sans frontières)
François-Xavier Chauvière (OPAN, Laténium, Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel, Hauterive, Suisse)
Michel Daeffler (Univ. de Caen-Normandie, EA 7455 HISTEME, Caen, France)
Anthony Denaire (Univ. de Bourgogne, UMR 6298 ArTeHiS, Dijon, France)
Michelle Elliott (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Thibaud Fournet (CNRS, UMR 7041 ArScAn – OrAM, France)
Florence Journot (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn, Nanterre, France)
Timothy Jull (Dept of Geosciences, Univ. d'Arizona, Tucson, États-Unis)
Damien Kunik (Musée d'ethnographie de Genève, département Asie, Suisse)
Blandine Lecompte-Schmitt (Inrap Auvergne-Rhône-Alpes, Cellule Économie Végétale et Environnement, UMR 5600 EVS, Lyon, France)
Christophe Loiseau (Éveha – Centre val de Loire, UMR 8546 AOROC, Paris, France)
Quentin Megret (Univ. Côte d'Azur, UPR 7278 LAPCOS, Nice, France)
Pierre Mille (UMR 5600 ISTHME – EVS – CNRS de Saint-Étienne rattachée à Lyon, France)
Samuel Perichon (UMR 6590, Espaces et Sociétés – ESO-Rennes, Univ. Rennes 2, France)
Lisa Shindo (Service d'archéologie de Nice Cote d'Azur, France)

AVEC LE SOUTIEN DE

LabEx DynamiTe (ANR-11-LABX-0046), dont le GT « Changements environnementaux et sociétés dans le passé »
Collège des écoles doctorales de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
École doctorale d'archéologie (ED 112) de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
Projet de recherche *Time4WoodCraft*
GDR 3544 Sciences du bois
Galerie Colbert de l'Institut national d'Histoire de l'Art
UMR 7041 Archéologies et Sciences de l'Antiquité, équipes « Archéologies environnementales » et « Protohistoire égéenne »
UMR 8096 Archéologie des Amériques
UMR 8212 Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

**RÉDACTEUR·RICE·S-EN-CHEF
DE LA REVUE ARCHÉOLOGIE, SOCIÉTÉ ET ENVIRONNEMENT**

Christophe Petit (Univ. Paris 1, UMR 7041 ArScAn – Archéologies environnementales, Nanterre, France)
Ségolène Vandeveld (Univ. du Québec à Chicoutimi, CERM / LabMaTer – LHASO, Saguenay, Canada)

Les évaluations des examinateurs externes sont prises en considération de façon sérieuse par les éditeurs et les auteurs dans la préparation des manuscrits pour publication. Toutefois, être nommé comme examinateur n'indique pas nécessairement l'approbation de ce manuscrit. Les éditeurs d'*Archéologie, Société et Environnement* assument l'entière responsabilité de l'acceptation finale de la publication d'un article.

Sommaire

Paul Bacoup et Juliette Taïeb.....	6
------------------------------------	---

Éditorial. Journées Bois. Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés

Editorial. Journées Bois: Interdisciplinary Meeting on Wood and Societies

Session I – Méthodes et techniques d'étude du matériau bois en contexte archéologique

Kaï Fechner et Clément Membrivès	12
--	----

Le bois dans un état inattendu. À la recherche des traces d'aménagements néolithiques et protohistoriques en milieu bien drainé (Belgique, nord de la France)

Wood in a unexpected state. Traces of neolithic and protohistoric installations in pits and ditches of acid and well-drained silty soils (Middle Belgium and northern France)

Margot Damery et Claire Houmard	39
---------------------------------------	----

Une lame à fendre des « bois » : comment travailler les matières dures d'origine végétale et animale au Magdalénien inférieur (Taillis des Coteaux, Vienne) ?

A blade to cleave wood/antler: how to work hard materials of vegetal and animal origin in the Lower Magdalenian (Taillis des Coteaux, Vienne, France)?

Juliette Taïeb, Valérie Daux, Claire Alix et Christine Hatté.....	57
---	----

Contribution of ¹⁴C wiggle-matching to dendroarchaeology of coastal Birnirk and Thule sites in northern Alaska

Apports du wiggle-matching aux études dendroarchéologiques de sites côtiers Birnirk et Thule dans le nord de l'Alaska

Session II – Ressources en bois, climat, sociétés. Reconstitution des milieux et interactions

Delphine Ravry, Sandy Poirier, Willy Tegel et Jérôme Brenot	76
---	----

Édifier une enceinte palissadée monumentale au Néolithique récent : ressources, exploitation, acheminement et utilisation des troncs de chênes (La Villeneuve-au-Châtelot, Aube)

Building a monumental enclosure in the Late Neolithic: resources, forest exploitation, and the transportation and use of oak logs (La Villeneuve-au-Châtelot, Aube)

François Blondel.....	96
-----------------------	----

Les bois archéologiques de l'Égypte romaine : entre essences locales et importées. Potentiel dendrochronologique pour une lecture climatique...

Archaeological wood from Roman Egypt: between local and imported species. Dendrochronological potential for a climatic reading...

Annie Dumont, Marion Foucher, Catherine Lavier et Philippe Moyat	112
--	-----

Contraindre la Loire au XVII^e siècle : histoire et archéologie des digues de Saint-Père/Sully-sur-Loire (45)

Dealing with the Loire River in the beginning of the 17th c.: history and archaeology of the dykes in Saint-Père / Sully-sur-Loire (45, France)

Sarah Cremer, Pascale Fraiture, Christophe Maggi et Armelle Weitz.....	129
--	-----

Secrets d'échantillon pour une dendrochronologie de précision

Sampling secrets for an accurate dendrodating

'Ada Acovitsiòti-Hameau et Philippe Hameau	153
--	-----

Bois et espaces boisés : en user et y vivre. Le paradigme des artisans du chêne et du genévrier au XX^e siècle en Provence

Wood and wooded areas: use the space and live inside. The paradigm of oak and juniper craftsmen in the twentieth century in Provence

Session III – Artisans du bois

Iris Brémaud, Claire Alix, Bernadette Backes, Pierre Cabrol, Katarina Čufar, Nicolas Gilles, Michael Grabner, Joseph Gril, Miyuki Matsuo-Ueda, Nelly Poidevin, Olivier Pont and Samuel Rooney	164
Time4WoodCraft – The time of wood craftspeople, the time of crafts’ wood – an interdisciplinary exploration <i>Time4WoodCraft – le temps des artisans du bois, le temps des bois d’artisanats – une exploration transdisciplinaire</i>	
Théo Lebouc.....	182
Les charpentiers de bois tors. Travailler avec le bois de charpenterie de marine <i>Shipwrights. Working with timber in wooden boatbuilding</i>	
Chloé Paberz	193
Patrimonialisation et transformation des modèles de transmission des techniques de menuiserie en Corée du Sud <i>National heritage and transmission of woodworking techniques in contemporary South Korea</i>	
Anna Dupleix, Pascale Moity-Maïzi, Étienne Amiet et Delphine Jullien	202
Fabriquer ses ruches, est-ce prendre soin des abeilles ? <i>Making your own hive, is it taking care of the bees?</i>	

Session IV – Le bois dans les sociétés : analyser les techniques de travail du bois

Bernhard Muigg, Rengert Elburg, Wulf Hein, Anja Probst-Böhm, Sebastian Böhm, Peter Walter and Willy Tegel .	214
Woodworking and carpentry skills of the first agricultural societies in central Europe <i>Le travail du bois des premières sociétés agricoles d’Europe centrale</i>	
Patrick Féron	227
Le chaland-sablier de Bamako, en bois de pays (Mali) : 8000 ans d’innovations nautiques <i>The wooden barge, sand-carrier, of Bamako (Mali): 8000 years of nautical innovations</i>	
Fabrice Laurent, François Blondel et Tony Silvino	248
Un aqueduc en bois de la fin du I ^{er} siècle av. J.-C. à Aoste (Isère) <i>A wooden aqueduct from the end of the 1st century BC of Aoste (Isère)</i>	
Maxime Duval.....	262
Le tournage sur bois gallo-romain dans l’ouest de la cité des Trévires : tracéologie des chutes et structuration de l’artisanat <i>Roman woodturning in the western part of the Civitas Treverorum: toolmarks, processing waste and structure of the craft</i>	
Dominique Canny.....	271
L’artisanat du bois illustré par une panoplie d’outils de la fin du III ^e siècle / début du IV ^e siècle découverte à La Croix-Saint-Ouen (Hauts-de-France, Oise) <i>Woodcraft illustrated by a set of tools from the late 3rd / early 4th century AD discovered at La Croix-Saint-Ouen (Hauts-de-France, Oise)</i>	
Christophe Petit, Philippe Fajon, Michelle Elliott, Margot Langot-Koutsomitis, Aurélie Borvon, Clément Menbrivès et Pierre Wech.....	288
La nasse en osier (XIV ^e siècle) découverte dans l’Iton à Évreux (Eure), un rare témoin de la pêche à l’anguille <i>The wicker fish trap (14th century) discovered in the Iton river at Évreux (Eure), a rare example of eel fishing</i>	
David Rodrigues-Soares, Yannick Sieffert et Thierry Joffroy	301
L’usage du bois local en construction : évolution des outils face aux enjeux environnementaux <i>The use of local wood in construction: evolution of tools regarding environmental challenges</i>	

Mechtild Mertz.....	308
How four types of Japanese carpenters make use of the wealth of their country's wood species	
<i>Exploitation de la richesse en bois du Japon par quatre types de charpentiers</i>	
Gisèle Maerky	316
Percevoir les différences culturelles à travers le travail du bois : le cas des hampes d'armes de chasse ethnographiques de Patagonie australe	
<i>Perceiving cultural differences through woodworking: case study of hunting weapon shafts from southern Patagonia</i>	
Mathilde Buratti et Marie-Claude Ledoux.....	329
Les usages culturels du <i>Morinda lucida</i> Benth. en Afrique	
<i>Cultural uses of Morinda lucida Benth. in Africa</i>	