



HAL
open science

L'état sanitaire des premiers aménagements de berge en bois antiques de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique) : l'apport de la xylo-entomologie

Magali Toriti, Aline Durand, Fabien Fohrer

► To cite this version:

Magali Toriti, Aline Durand, Fabien Fohrer. L'état sanitaire des premiers aménagements de berge en bois antiques de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique) : l'apport de la xylo-entomologie. *Gallia - Archéologie des Gaules*, 2020, Les ports romains dans les Trois Gaules. Entre Atlantique et eaux intérieures, 77 (1), pp.131-139. 10.4000/gallia.5685 . hal-03173308

HAL Id: hal-03173308

<https://hal.science/hal-03173308>

Submitted on 18 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

L'état sanitaire des premiers aménagements de berge en bois antiques de Saint-Lupien à Rezé/*Ratiatum* (Loire-Atlantique) : l'apport de la xylo-entomologie

Magali TORITI*, Aline DURAND** et Fabien FOHRER***

Mots-clés. *Xylogologie, insecte xylophage, bois d'œuvre, Antiquité.*

Résumé. *L'entomologie appliquée à l'étude xylogologique est une approche récente en archéologie. D'usage de plus en plus courant dans le domaine de la conservation patrimoniale, cette discipline, adaptée aux pieux et piquets gorgés d'eau des premiers aménagements de berge de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique), a permis de caractériser des insectes qui ont laissé des traces dans le bois, sous la forme notamment de galeries et*

d'excréments des larves xylophages. Leur identification, parfois à l'espèce, offre des indices sur la nature du bois, aide à apprécier son état sanitaire et le moment où il a été infesté. L'interprétation des données archéologiques, enrichie par cette forme novatrice d'analyse, bénéficie ainsi d'indications précieuses sur les choix et l'utilisation des bois de construction par les populations riveraines à l'époque romaine.

The state of preservation of the first wooden antique embankments of Saint-Lupien in Rezé/*Ratiatum* (Loire-Atlantique): the contribution of xylo-entomology

Keywords. *Xylogy, xylophagous insect, timber, Antiquity.*

Abstract. *The contribution of entomology to xylogological analyses is a new and increasingly common approach in the field of heritage preservation. Such an approach was adopted for the study of waterlogged wooden pieces such as piles and stakes stemming from the earliest embankment in Saint-Lupien in Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique). This method makes it possible to identify xylophagous insects based on the traces they left in the*

wood, i.e., galleries and excreta of the xylophagous larvae. Their sometimes precise species identification provides clues about the nature of the wood and contributes to an evaluation of its state of preservation and the moment it was infested. The interpretation of the archaeological data, enhanced by this new type of analysis benefits from valuable insights into the selection and use of timber by the riverside communities in Roman times.

Depuis la fin du XIX^e s., l'étude des bois de construction gorgés d'eau archéologiques s'est beaucoup développée en Suisse, en Scandinavie, en Russie, etc., où le matériel était abondant et les zones lacustres, fluviales ou littorales importantes. Les études xylogologiques ont renouvelé l'histoire de l'architecture de bois, des techniques de construction en charpenterie et menuiserie,

des outils et de l'outillage. Elles ont aussi renouvelé l'histoire des arbres et des forêts (âge, saison d'abattage, gestion sylvicole...). Cette belle floraison de données nouvelles éclaire sur la longue durée l'histoire du bois et de ses usages et aussi celle de la forêt. Malgré tout, la question de l'état sanitaire des bois d'œuvre est très rarement abordée par les archéologues. Pourtant, il est

* Le Mans université, laboratoire de l'UMR 6566 CReAAH, avenue Olivier-Messiaen, F-72085 Le Mans. Courriel : mag.toriti@gmail.com

** Le Mans université, laboratoire de l'UMR 6566 CReAAH, avenue Olivier-Messiaen, F-72085 Le Mans. Courriel : aline.durand@univ-lemans.fr

*** Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP), 23 rue Guibal, Belle de Mai, F-13003 Marseille. Courriel : fabien.fohrer@cicrp.fr



Fig. 1 – Exemple de pieux et de piquets en bois mis au jour sur le site de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique) (clichés : L. Gantier, université Rennes 2, M. Toriti, UMR 6566 CReAAH).

intéressant de savoir s'ils étaient sains ou non au moment de leur coupe en forêt ou s'ils ont pu être infestés par la suite, lors par exemple d'un stockage. Pour expliquer la longévité ou la destruction de bâtiments en bois, il est non moins important de savoir si une source d'infestation les a affaiblis. La caractérisation de l'état sanitaire du bois d'œuvre est également un moyen d'estimer les connaissances et les savoir-faire des sociétés passées sur le sujet, mais les études sont très rares. L'une des approches possibles pour aborder cette question a été de mettre à contribution l'ethnoarchéologie pour éclairer la manière dont est utilisé le bois mort (Alix 2007 ; 2012 ; 2016 ; Henry *et al.* 2018). Une autre approche est l'expérimentation : plusieurs études ont ainsi cherché à caractériser le moment où les hyphes de champignon ont colonisé le bois à brûler (McParland *et al.* 2010 ; Moskal-del Hoyo *et al.* 2010).

LE SITE DE SAINT-LUPIEN ET SES BOIS

La situation biogéographique actuelle du gisement place le site de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum (Loire-Atlantique) dans l'étage médio-européen de végétation, dominé classiquement par une flore atlantique de type chênaie-hêtraie accompagnée de noisetier, d'orme et de tilleul (Bournerias *et al.* 2001). Néanmoins, en raison de la douceur climatique hivernale due à l'influence océanique, qui réduit les écarts d'amplitude thermique continentale, des espèces appartenant à l'étage subméditerranéen ou latéméditerranéen de végétation, telle *Quercus pubescens*, se développent dans ce secteur. Quelques remontées isolées de chêne vert (*Quercus ilex*) au sud du fleuve sont également possibles (Ozenda 1994).

En raison de l'implantation du site au contact d'un ancien bras de la Loire et de sa fonction de port fluvio-maritime, les bois de construction ont été préservés de manière exceptionnelle. Les processus d'enfouissement et une nappe phréatique haute ont scellé et préservé des installations riveraines en zone humide. Ce contexte offre une vision de l'emploi du bois rarement égalée sur l'ensemble du territoire français et enrichit les pistes d'interprétation et de compréhension de l'architecture romaine, pour laquelle les données régulièrement acquises concernent davantage la pierre.

L'un des objectifs de l'approche mise en œuvre ici était d'écrire l'histoire des bois de construction archéologiques à travers l'application d'une méthodologie nouvelle, qui repose sur la détermination des insectes xylophages à partir des traces qu'ils laissent dans le bois (galeries, vermoulures). L'étude des traces d'insectes sur le bois gorgé d'eau constitue une approche inédite, qui a été développée dans le cadre d'une thèse de doctorat (Toriti 2018). Grâce à la biologie, parfois très spécifique, de chacune des espèces ou des familles d'insectes identifiées, l'état sanitaire du bois à différents moments de sa vie, de son travail ou de son utilisation peut être documenté. Pour la première fois, il est possible d'estimer non seulement le degré de santé des bois de construction utilisés et leur dégradation éventuelle au fil des usages et au sein des constructions, mais également de comprendre les stratégies d'acquisition du bois d'œuvre développées par les sociétés.

MATÉRIEL

Cet examen a été réalisé sur un échantillonnage de 583 micro-pieux et piquets gorgés d'eau employés dans le cadre des premiers aménagements de berge successifs, datés des trois premiers quarts du 1^{er} s. apr. J.-C. (fig. 1). Les éléments, taillés grossièrement et majoritairement en quartier, en refend, voire légèrement biseautés, sont plantés dans les sables, atteignant parfois le substrat rocheux. Leur implantation précède la phase de mise en place de caissons monumentaux à la fin du 1^{er} s. apr. J.-C. (Guitton *et al.* dir. 2016). Ces micro-pieux constituent les seuls témoins de premiers ouvrages installés en pied de berge, dont il reste à préciser la nature : renforcement, pontons, quais, ou, plutôt, éléments de stabilisation (Mouchard *et al.*, dans ce volume). Les piquets et les micro-pieux, très bien conservés, ont été prélevés d'un seul tenant, soit lors de la phase de décapage, soit lors de la fouille manuelle des unités stratigraphiques (sables) enregistrées au contact du substrat (pour les restes de pointes).

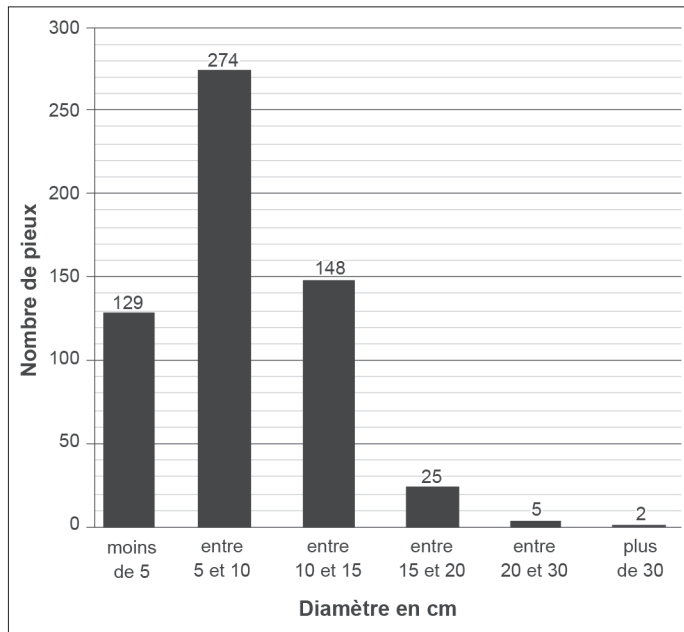


Fig. 2 – Diamètres conservés des micro-pieux (DAO : M. Toriti).

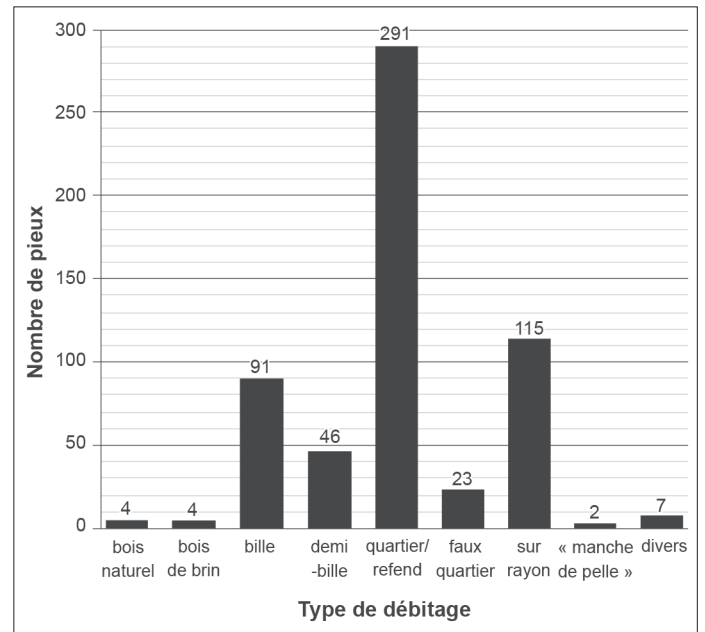


Fig. 3 – Répartition des micro-pieux en fonction de leur type de débitage (DAO : M. Toriti).

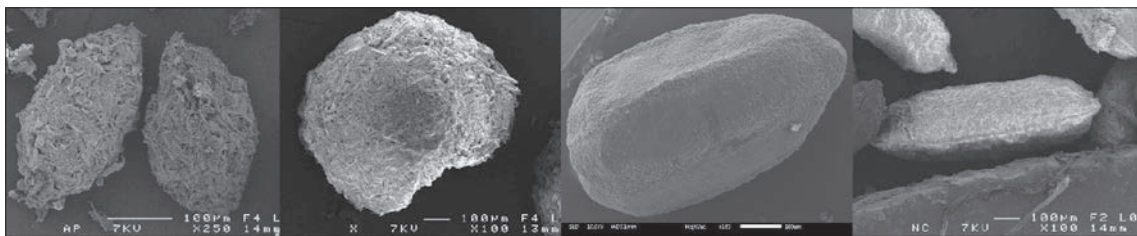


Fig. 4 – Référentiel de vermoulures actuelles avec des formes spécifiques. De gauche à droite : *Anobium punctatum*, *Xestobium rufovillosum*, Cerambycidae, *Kalotermes* (clichés : L. Joanny, Centre de microscopie électronique à balayage et microanalyse).

Les sections de ces matériaux sont petites en comparaison de ce qui a déjà pu être observé sur d'autres sites archéologiques : les diamètres restituables de l'arbre sont compris entre 15 et 30 cm. En effet, la majorité des micro-pieux, soit 47 % d'entre eux, ont un diamètre variant entre 5 et 10 cm ; environ 22 % d'entre eux font moins de 5 cm de diamètre, quand 25 % se situent entre 10 et 15 cm ; un peu plus de 5 % seulement des bois font plus de 15 cm de diamètre. Ces derniers sont généralement en chêne (fig. 2).

L'observation des sections conservées des micro-pieux a par ailleurs permis d'identifier divers types de débitage, notamment de nombreux quartiers (ou refends), des billes (parfois écorcées) ou des demi-billes, des débitages sur dosse (appelés aussi « faux-quartier »), des débitages sur rayon, en bois de brin, ou encore en « manche de pelle ». Quelques éléments sont des bois naturels, comme des petites brindilles par exemple (fig. 3).

MÉTHODOLOGIE

L'objectif est d'enregistrer de manière systématique sur chaque artefact tout élément lié à la présence d'insectes (élytres, restes de larve, galeries, vermoulures...). Dans cette perspective,

il est important d'observer la pièce de bois dans son intégralité à la loupe binoculaire ou à la loupe à main si la pièce est trop volumineuse. D'éventuelles galeries d'insectes sont alors repérées puis mesurées. À l'intérieur de celles-ci, il est possible de retrouver des vermoulures conservées, c'est-à-dire les déjections des larves. Chaque espèce creuse des galeries spécifiques dans différentes parties de l'arbre (racine, branche...) ou dans différents tissus (aubier, cambium...) en fonction de ses besoins bioécologiques (Español 1992 ; Dajoz 2007 ; Nageleisen *et al.* 2010). De même, les vermoulures sont de taille, de forme et de texture spécifiques (fusiforme, lenticulaire, tonnelet, hétérogène ou homogène...) (fig. 4). L'enregistrement de ces informations conduit à la caractérisation d'une famille, d'un genre, voire d'une espèce, en l'absence de l'insecte lui-même ou de tout autre partie de son anatomie, tandis que ce sont sur ces éléments que repose la discipline entomologique « classique ». L'identification d'une espèce donne accès à toute une série d'informations liées à sa bioécologie spécifique : durée du cycle évolutif de la larve au sein du bois, taux d'humidité ambiant, type de bois, associations biologiques, etc. Ce type d'analyse concerne à la fois les traces d'infestations anciennes intervenues durant la coupe ou l'utilisation des bois archéologiques et les traces récentes, contemporaines, consécutives à la mise au jour et à la conservation des vestiges ligneux.

Tabl. I – Insectes identifiés en fonction de l'essence et nombre de pieux concernés.

Insecte identifié	Nombre de pieux infestés	Pourcentage (%)	Essence ligneuse concernée
<i>Anobium punctatum</i>	1	1,60	Chêne
Cerambycidae	22	36,10	Chêne, bouleau, aulne
<i>Lyctus</i> sp.	4	6,60	Chêne
Ptinidae	3	4,90	Chêne
<i>Scolytus</i> sp.	5	8,20	Chêne, frêne, orme
Indéterminé	26	42,60	Chêne, hêtre, aulne, érable
Total	61	100	–

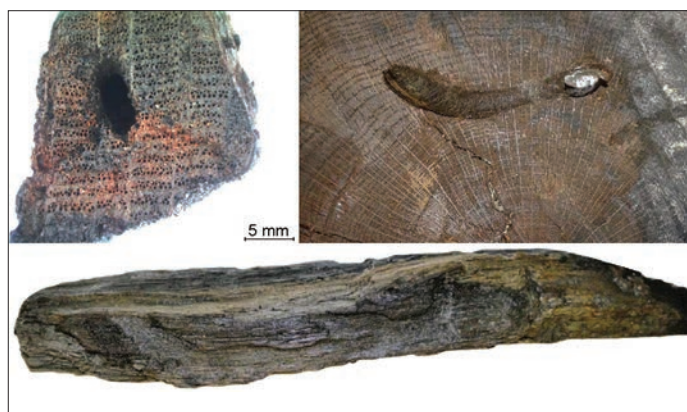


Fig. 5 – Traces de capricorne : galeries ovales d'au moins 1 à 3,50 cm de diamètre situées dans l'aubier ou sous l'écorce (clichés : M. Toriti).



Fig. 6 – Traces de petite vrillette et de lycte (clichés : M. Toriti).



Fig. 7 – Traces de scolytes : insecte piégé dans le bois, galeries symétriques typiques (clichés : M. Toriti, F. Fohrer, CICRP).

Afin de mieux caractériser la présence de xylophages archéologiques grâce à leurs excréments, une collection de référence a été élaborée à partir des galeries et des vermoultures laissées par des insectes actuels vivants élevés en laboratoire au Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP). Une clef de détermination spécifique sous la forme d'un atlas illustré, appuyée sur une description anatomique, est en cours de finalisation (Toriti *et al.* 2021). L'approche suivie pour élaborer cette clef de détermination se fonde sur une méthodologie classique de morphométrie. Des groupes de taille et de morphologie statistiquement différents distinguent non seulement les familles, mais aussi les genres et, quelquefois, les espèces de xylophages (Fohrer *et al.* 2017). Toutefois, certaines familles d'insectes, encore peu étudiées, ne sont identifiables qu'au rang de la famille : c'est le cas des Cerambycidae qui rassemblent près de 250 espèces (Berger 2012).

L'examen méthodique de chaque pieu ou piquet du quartier Saint-Lupien a été conduit en parallèle de l'étude xylologique préliminaire réalisée par Lydiane Gantier (2016), elle-même effectuée en amont de l'étude dendrochronologique menée par Dendrotech (resp. Yannick Le Digol).

RÉSULTATS

Sur l'ensemble des 583 micro-pieux analysés, 61 présentent des traces d'infestation, majoritairement sur les parties hautes non biseautées, soit 10,50 % de la totalité des bois étudiés (tabl. I et II). 48 d'entre eux sont en chêne à feuillage caduc (*Quercus*), tandis que les 13 restants sont en hêtre (*Fagus*), en aulne (*Alnus*) et, plus sporadiquement, en bouleau (*Betula*), érable (*Acer*), frêne (*Fraxinus*) et orme¹ (*Ulmus*). Trois grands types d'insectes ont été identifiés : tout d'abord, dans la plus forte proportion (36 %), la famille des capricornes (Cerambycidae), dont les individus ont laissé des traces caractéristiques sous l'écorce, parfois encore présentes, de certains micro-pieux (fig. 5) ; viennent ensuite, pour environ 11 %, des insectes typiques des bois ouvrés, notamment les vrillettes (Ptinidae) (4,90 %), avec une identification à l'espèce, la petite vrillette (*Anobium punctatum*) (1,60 %) ; il faut y ajouter le genre lycte (*Lyctus* sp.) (6,60 %) issu d'une autre famille (Lyctidae), mais dont la bioécologie est proche de celle des Ptinidae (fig. 6) ; le dernier type d'infestation concerne le genre des scolytes (*Scolytus* sp., sous-famille des *Scolytinae*) (8,20 %), dont les larves tracent de fines galeries sous-corticales symétriques très caractéristiques.

1. Données xylologiques rassemblées par Lydiane Gantier (2016).

Quelques individus adultes ont été retrouvés piégés juste avant leur envol sous l'écorce d'un micro-pieu en chêne (fig. 7). Enfin, une part importante de galeries n'a pas pu être identifiée, soit environ 42 % des infestations.

Tous les ravageurs² caractérisés ont infesté le chêne à feuillage caduc. Les capricornes se sont également intéressés au bouleau et à l'aulne. Quant aux scolytes, outre le chêne, ils ont colonisé le frêne et l'orme.

INTERPRÉTATIONS

L'APPROVISIONNEMENT EN BOIS D'ŒUVRE : SÉLECTION DES ARBRES ET ÉTAT SANITAIRE

Cette approche xylo-entomologique conduit à porter une appréciation assez fiable et éclairante sur l'état sanitaire des bois d'œuvre employés pour construire les premiers aménagements riverains du quartier de Saint-Lupien à Rezé/Ratiatum. Les constructeurs se sont approvisionnés en bois au plus près de leurs constructions, probablement de manière à ce que le transport soit plus facile et le moins cher possible ; peut-être la gestion générale de la forêt alentour a-t-elle constitué un facteur de choix. Les bois ont en outre été prélevés en fonction de leurs propriétés mécaniques, en privilégiant le chêne – bois résistant aux tensions et aux attaques fongiques en raison de ses tannins –, et de l'utilisation souhaitée. Ils semblent avoir été sélectionnés soigneusement en utilisant, à un taux de près de 90 %, des bois sains, afin de réaliser des pieux de petite taille et des piquets en quartier/refend majoritairement avec une section inférieure à 15 cm. En outre, environ 23 % des micro-pieux sont sous la forme de billes ou demi-billes non écorcées, c'est-à-dire des grumes seulement biseautées afin d'être plantées. L'importante variété des essences (aulne, chêne, frêne, hêtre, orme...) confirme qu'il y a eu plusieurs aménagements successifs composés de bois provenant de divers milieux ligneux (chênaie-hêtraie, ripisylve en secteur plus humide, proche du site).

Le pourcentage très élevé de bois sains, semblable à celui obtenu sur les bois d'œuvre des entrepôts de Barzan (Toriti *et al.* 2020), contraste avec d'autres analyses où les bois d'œuvre colonisés par les xylophages dominant (Toriti 2018). Toutefois, il convient de rester prudent, car la perte d'informations due à l'équarrissage et au débitage des bois et ainsi au retrait des écorces n'est pas à exclure et réduirait donc probablement ce pourcentage, en particulier pour les *Scolytinae* (scolytes) et pour certains membres de la famille des Cerambycidae (capricornes de bois frais) qui sont des insectes essentiellement cambioxyphages.

Ainsi, même si elles sont assez anecdotiques, les attestations de la famille des scolytes suscitent des interrogations sur l'état sanitaire de la forêt d'approvisionnement. Ici, ce type d'infestation concerne cinq micro-pieux, en l'occurrence en chêne, en frêne et en orme. Or ce cambioxyphage attaque principalement sous l'écorce des bois sur pied et préalablement affaiblis – par une tempête ou une année de forte sécheresse par exemple, plus rarement des bois morts tombés au sol en forêt. L'infestation s'est

donc déroulée avant la sélection et la coupe des sujets ligneux. On note en outre, pour les micro-pieux 40901.10 et 11, que les insectes ont été facilement identifiables car ils ont été retrouvés coincés dans leurs galeries sous l'écorce avant la fin de leur nymphose et le début de leur envol³. Par conséquent, ces bois ont été mis en place peu de temps après leur coupe, évaluée à moins d'une année⁴. Ces deux micro-pieux en chêne sont certes situés à proximité l'un de l'autre, mais ils n'ont pas été abattus au même moment – respectivement en 36-37 apr. J.-C. et entre 5 et 20 apr. J.-C. – interdisant ainsi un quelconque lien (même espèce xylophage, même ramassage...). Les bûcherons sont allés s'approvisionner au sein d'une forêt dont au moins un groupe d'essences était vulnérable voire malade.

Certaines espèces de scolytes sont particulièrement virulentes et pullulent rapidement au milieu d'un boisement affaibli : la population d'arbres infestés peut alors rapidement décliner, laissant ensuite la place à d'autres essences (Dajoz 2007). Ainsi, certains boisements d'ormes, de chênes et de frênes, d'où sont issus les micro-pieux des premiers aménagements de berge de Ratiatum, étaient probablement malades. Il s'agit là d'informations d'ordre environnemental, car ce type d'infestation a peu d'incidence directe sur la qualité mécanique des bois de construction et il est difficile de savoir si les populations ayant récolté les bois et/ou aménagé la berge avaient remarqué ou non la présence de cet insecte généralement caché par l'écorce. Il est tout aussi délicat de connaître leur rapport à ce ravageur : était-il oui ou non identifié et auquel cas considéré comme un nuisible ? Son impact sur la santé globale de la forêt était-il connu ? Cette connaissance conduisait-elle à une gestion forestière adaptée ? Autant de questions sans réponse assurée pour l'heure.

Le total des galeries concernées avoisine en tout état de cause la trentaine d'individus et illustre, malgré le soin majoritairement apporté au choix du bois (90 %), les indices d'un ramassage parfois moins strict et peut-être plus opportuniste en fonction des besoins à un instant donné.

LES USAGES DU BOIS D'ŒUVRE

La présence de capricornes de bois frais a été décelée sur 22 micro-pieux et concerne certainement plusieurs espèces différentes, mais non déterminables actuellement. Ces xylophages se nourrissent de cambium et d'aubier et colonisent les bois préférentiellement après leur coupe, particulièrement lorsqu'ils sont au sol, soit de manière naturelle (bois mort à terre), soit de manière anthropique (phase de stockage), mais dans tous les cas non écorcés. Quelques trous d'envol d'adultes ont été observés, indiquant que les insectes ont terminé leur cycle larvaire au sein du bois. La biologie de cette famille révèle un cycle évolutif de deux ans au minimum, c'est-à-dire que la larve a besoin de ce laps de temps pour effectuer entièrement sa croissance et devenir adulte (Berger 2012). Ces informations renforcent ainsi l'interprétation d'un stockage ou d'un entreposage d'une partie des bois pendant au moins deux années avant qu'ils ne soient mis en œuvre en pied de berge.

2. Les insectes xylophages sont souvent nommés ravageurs, car considérés comme nuisibles lorsqu'il s'agit d'infestations dans le bâtiment ou dans les forêts (CTBA 1996).

3. Les insectes sont morts au moment de l'immersion des bois dans l'eau.

4. Le cycle évolutif des scolytes est généralement d'une génération par an (Balachowsky 1997 ; Dajoz 2007).

Tabl. II – Liste des micro-pieux infestés, avec l'essence ligneuse concernée et leurs dimensions.
Les bois disposant de datations dendrochronologiques, fournies par Dendrotech, figurent en grisé.

Secteur	Us	Type d'élément en bois	Essence	Datation dendrochronologique	Débitage	Rayon	Épaisseur	Largeur	Longueur	Identification
14/15	40543	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	5,50	5	5,50	39	<i>Scolytus</i>
14/15	40680.1	pointe de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	3,50	3,50	5	14,50	Cerambycidae
14/15	40680.3	élément de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	-	2	4,50	8	Cerambycidae
14/15	40680.4	pointe de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	-	1,50	3,50	12,50	Indéterminé
14/15	40680.11	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	4,50	2,50	4,50	30,50	Indéterminé
14/15	40680.12	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	4,50	2	4,50	28	Indéterminé
14/15	40680.15	élément de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	87-91 apr. J.-C.	sur rayon	6	1,50	6	18	Cerambycidae
14/15	40680.20	pieu	hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	non	quartier/ refend	4	4	4	31	Indéterminé
14/15	40680.28	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	2,50	2,50	4,50	36	Indéterminé
14/15	40680.31	élément de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	sur rayon	7	1,50	7	29	Cerambycidae
14/15	40680.32	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	6	4	6	30	Indéterminé
14/15	40680.36	pieu	hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	non	quartier/ refend	4,50	4,50	2	17	Indéterminé
14/15	40681	fragment d'objet type couvercle	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	9,50	5	9,50	9	Cerambycidae
14/15	40698.1	élément de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	sur rayon	2	0,50	2	7	Indéterminé
14/15	40710	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	4	4	5	19,50	Indéterminé
14/15	40775.1	pointe de piquet	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	4	3	3,50	10	Indéterminé
14/15	40775.2	piquet	hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	non	quartier/ refend	5	5	-	29,50	Indéterminé
14/15	40814.7	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	3,50	2	3,50	11,50	Indéterminé
14/15	40814.8	pointe de piquet	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	3,50	3	3,50	14	Indéterminé
14/15	40861.1	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	6,50	2,50	6,50	39,50	<i>Cf. Lyctus</i>
14/15	40901.9	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	36-37 apr. J.-C.	quartier/ refend	10	2,50	10	28,50	Ptinidae
14/15	40901.10	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	36-37 apr. J.-C.	quartier/ refend	6	6	11	31	<i>Scolytus</i>
14/15	40901.11	élément de pieu ou chute de taille	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	5-20 apr. J.-C.	quartier/ refend	4	4	10	29	<i>Scolytus</i>
14/15	40901.12	pieu	bouleau (<i>Betula</i>)	non	quartier/ refend	5	4	5	30	Cerambycidae
14/15	40901.13	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	8,50	5	8,50	70,50	Cerambycidae
14/15	40901.16	planche ?	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	sur rayon	6,50	1,50	6,50	33	Cerambycidae
14/15	40901.19	pointe de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	50-51 apr. J.-C.	quartier/ refend	9	5	9	25	Indéterminé
14/15	40901.23	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus</i> F. C.)	non	quartier/ refend	3	3	4,50	33	<i>Cf. Lyctus</i>

14/15	40907.3	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	4,50	4,50	4	28,50	<i>Cf. Lyctus</i>
14/15	40907.20	pieu	érable (<i>Acer</i>)	non	bille	4	–	–	41	Indéterminé
14/15	40907.29	élément de pieu ou chute de taille	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	3	2	–	17,50	Indéterminé
14/15	40907.35	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	49-50 apr. J.-C.	quartier/ refend	> 7	4	–	34	Cerambycidae
18	43098	pieu	aulne (<i>Alnus</i>)	non	quartier/ refend	–	5	10,50	39	Indéterminé
18	43113	pieu	aulne (<i>Alnus</i>)	non	demi-bille	–	–	–	30	Cerambycidae
16	44056.1	planchette	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	7	2,50	–	19	<i>Cf. Lyctus</i>
16	44056.4	élément de piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	2,50	2,50	2,50	15,50	Cerambycidae
16	44056.13	planche	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	10	2,50	–	32,50	Cerambycidae
16	44087.1	poteau	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	Entre 4 apr. J.-C. et ?	quartier/ refend	4,50	4,50	7	68	Indéterminé
14/15	44340bis	fragment de bois	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	3,50	3,50	9	24	Indéterminé
14	44371	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	4,50	2,50	4,50	12,30	Cerambycidae
14/15	44409.1	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	6	6	7,50	44	Indéterminé
14	44489.11	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	4	3,80	4	13,60	Indéterminé
14	44489.12	piquet	hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>)	non	quartier/ refend	1,60	1,60	4,80	16,60	Indéterminé
14	44489.27	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	5	1,80	5	13,60	Cerambycidae
14	44489.41	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur dosse/ faux quartier	2,50	1,6	7	34,70	Cerambycidae
14	44498.2	pieu	aulne (<i>Alnus</i>)	non	demi-bille	4	0	0	8,70	Indéterminé
14	44544.11	piquet	frêne (<i>Fraxinus</i>)	non	bille	1,60	0	0	20	<i>Scolytus</i>
14	44544.21	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	4	5,30	4	24,20	Cerambycidae
14	44544.36	pieu	orme (<i>Ulmus</i>)	non	bille	3,20	0	0	23,50	<i>Scolytus</i>
14	44544.47	pieu	hêtre(<i>Fagus sylvatica</i>)	non	sur rayon	4,50	4	4,50	24,90	Indéterminé
14	44544.59	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	4,80	3,60	4,80	16,80	Cerambycidae
14	44544.62	bois fiché	aulne (<i>Alnus</i>)	non	demi-bille	3,50	3,50	6	13,50	Cerambycidae
14	44544.65	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	2	2	1,7	6	Indéterminé
14	44546.11	pointe de pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	4,50	2,60	4,50	12,40	Indéterminé
14	44546.26	piquet	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	4,10	3,20	4,10	9,10	Ptinidae
14	44546.46	bois fiché	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	5,30	4,40	5,30	8,80	Ptinidae
14	44546.59	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	4,70	2,50	4,70	10,50	Cerambycidae
14	44578.8	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	66-79 apr. J.-C.	sur rayon	9,90	3,70	9,90	32,20	Cerambycidae
14	44578.25	pieu	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	7,10	1,80	7,10	16,60	<i>Anobium punctatum</i>
14	44578.33	bois fiché	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	sur rayon	5,70	1,70	5,70	19	Cerambycidae
14	44578.66	bois fiché	chêne F. C. (<i>Quercus F. C.</i>)	non	quartier/ refend	4,80	4,80	4,80	21,50	Cerambycidae

Ce choix a probablement été effectué par les constructeurs pour des raisons pratiques, telles qu'un remplacement de pièces de bois à moindre coût, un accès plus facile à la matière première ou des possibilités d'aménagement plus rapide par exemple. Ainsi, il faut garder à l'esprit qu'une partie des bois a été stockée avant d'être utilisée dans la construction, sans pouvoir toutefois donner un ordre de grandeur précis des quantités.

Par ailleurs, un ensemble de huit micro-pieux révèle d'autres usages du bois d'œuvre. En effet, leurs parties hautes sont infestées par des vrillettes (*Ptinidae*, *Anobium punctatum*) et des lyctes (*Lyctus* sp.). Or ces individus sont généralement attestés sur des bois de charpente, de plancher ou des petits objets du quotidien, beaucoup plus rarement sur du bois très sec hors contexte de construction. Les huit micro-pieux concernés n'ont pas pu être attaqués par ces espèces une fois mis en place dans un milieu humide : leur présence documente donc l'utilisation de bois de remploi ou de bois très secs, infestés au préalable (Español 1992 ; CTBA 1996). Le total des galeries caractérisées correspond à une trentaine d'individus pour les *Ptinidae* et à une quantité identique pour les lyctes, ce qui sous-entend préférentiellement un ensemble de bois plus anciens remployés et retaillés en tant que pieux ou piquets.

*
* *

L'utilisation de la xylo-entomologie constitue un nouveau champ de recherche à l'interface de l'histoire de la construction

et de celle des nuisibles. Dans le cas du quartier Saint-Lupien à Rezé/*Ratiatum*, elle montre une proportion élevée de bois sain (90 %), utilisés dès les premiers aménagements de berge opérés dans les trois premiers quarts du 1^{er} s. apr. J.-C. Néanmoins, les 10 % de bois infestés se sont révélés riches d'enseignements sur les choix et les utilisations possibles du bois. En effet, ces déterminations constituent les premières pages d'une histoire des xylophages qu'il reste encore à écrire, mais elles ont en partie levé le voile sur quelques aspects originaux du bois d'œuvre utilisé à Rezé au 1^{er} s. apr. J.-C. : ramassage de quelques bois morts à terre ou plus sûrement stockage pendant au moins deux ans des bois de construction avant leur façonnage et remploi probable d'anciens bois pour compléter les aménagements de berge.

À *Ratiatum*, quelques pieux étudiés proviennent en effet de constructions antérieures et implantées en milieu sec : c'est là une des attestations les plus anciennes et les plus fiables en Gaule romaine de réutilisation du bois. Si le remploi de matériaux est bien documenté pour la pierre, souvent utilisée en l'état dans une nouvelle construction en raison de sa bonne conservation, cette pratique est plus rarement attestée pour le bois et il faut garder à l'esprit que l'état des connaissances actuelles la minore très certainement (Bernard 2003). Enfin, la mise en évidence d'une coupe d'arbres malades sur pied, bien qu'elle ne semble pas avoir eu de conséquences particulières sur l'utilisation des bois qui en sont issus pour les aménagements de berge, donne toutefois des indications rares et précieuses sur l'état de santé de la forêt d'approvisionnement.

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATION

JAS *Journal of Archaeological Science.*

RÉFÉRENCES

Alix C. 2007 : Ethnoarchéologie de la production des objets en bois dans l'Arctique nord-américain, in Berries S., Vaté V. (dir.), *Les Civilisations du renne d'hier et d'aujourd'hui : approches ethnohistoriques, archéologiques, anthropologiques, XXVI^e rencontres internationales d'Antibes, 19-21 octobre 2006*, Antibes, Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, p. 377-391.

Alix C. 2012 : Introduction : les peuples de l'Arctique et le bois, *Études Inuit Studies*, 36-1, p. 5-22.

Alix C. 2016 : A Critical Resource: Wood Use and Technology in the American Arctic, in Friesen M., Mason O. (dir.), *The Oxford Handbook of the Prehistoric Arctic*, Oxford, Oxford University Press, p. 109-129.

Balachowsky A. 1997 : *Coléoptères scolytides*, Paris, Fédération française des sociétés de sciences naturelles, Office central de faunistique (coll. Faune de France, 50), 320 p. [réimpression de l'édition de 1949].

Berger P. 2012 : *Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse*, Perpignan, Association roussillonnaise d'entomologie (ARE), 664 p. [actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978].

Bernard V. 2003 : Stratégie d'approvisionnement en bois en Gaule du nord-ouest (du 1^{er} siècle avant au 1^{er} siècle après J.-C.), in Lepetz S., Matterné V. (dir.), Dossier : Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de Gaule romaine,

- Revue archéologique de Picardie*, 1-2, p. 77-86.
- Bournerias M., Arnal G., Bock C. 1968-2001** : *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*, Paris, Belin, 640 p.
- CTBA 1996** : *Le traitement curatif des bois dans la construction*, Paris, Eyrolles, Centre technique du bois et de l'ameublement, Département BIOTEC (Biologie, Environnement, Technologies), 140 p.
- Dajoz R. 2007 (2^e éd.)** : *Les insectes et la forêt, Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*, Paris, Tec & Doc (coll. Lavoisier), 470 p.
- Español F. 1992** : *Fauna Iberica*, vol. 2, *Coleoptera, Anobiidae*, Madrid, Museo nacional de ciencias naturales, Consejo Superior de investigaciones científicas, 196 p.
- Fohrer F., Toriti M., Durand A. 2017** : Analyse des vermoultures pour la détermination de quelques espèces d'insectes xylophages de la famille des Ptinidae (Coleoptera), *Bulletin de la société entomologique de France*, 122-2, p. 133-142.
- Gantier L. 2016** : *Étude dendro-archéologique des bois du quartier Saint-Lupien à Rezé (Loire-Atlantique). Des premiers aménagements de berge aux structures monumentales*, Mémoire de master 2, sous la direction de V. Bernard, Rennes, université de Rennes 2, 53 p.
- Guillon D., Mouchard J., Favreau X., Monteil M., Yacger M. (dir.) 2016** : *L'agglomération antique de Rezé (Loire-Atlantique). Le quartier Saint-Lupien*, vol. 1-4, *Les aménagements de berge (zone 4)*, Rapport de fouille programmée 2013-2015, Nantes, Service régional de l'archéologie des Pays de la Loire, 340 p.
- Henry A., Zavadskaya E., Kurovskaya E., Beyries S. 2018** : Ethnoarchaeology of fuel use under cold climates (Eastern Siberia, North America): towards a better understanding of prehistoric fire-related activities, in Dossier : Ethnoarchaeology of fire and combustion residues: Current approaches, *Ethnoarchaeology. Journal of Archaeological, Ethnographic and Experimental Studies*, 10-2, p. 99-120.
- McParland L., Collinson M. E., Scott A. C., Campbell G., Veal R. 2010** : Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood?, *JAS*, 37, p. 2679-2687.
- Moskal-del Hoyo M., Wachowiak M., Blanchette R. A. 2010** : Preservation of fungi in archaeological charcoal, *JAS*, 37, p. 2106-2116.
- Nageleisen L.-M., Saintonge F.-X., Piou D., Riou-Nivert P. 2010** : *La santé des forêts. Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention*, Paris, Département de la santé des forêts, Institut pour le développement forestier, 608 p.
- Ozenda P. 1994** : *Végétation du continent européen*, Paris, Delachaux et Niestlé, 271 p.
- Toriti M. 2018** : *Les bois ouvragés en Gaule romaine : approches croisées archéologiques, anthraco-xylogiques, et entomologiques*, Thèse de doctorat, Le Mans université, 1058 p.
- Toriti M., Durand A., Fohrer F. 2020** : Les bois carbonisés de la zone de l'entrepôt : approches croisées anthracologiques et paléoentomologiques, in Bouet A. (dir.), *Barzan IV - L'entrepôt de la Palisse à Barzan (Charente-Maritime), port des Santons, et les entrepôts urbains et périurbains dans les provinces gauloises*, Bordeaux, Ausonius (coll. Mémoires, 57), p. 479-486.
- Toriti M., Durand A., Fohrer F. 2021** : *Traces of Common Xylophagous Insects in Wood - Atlas of Identification - Western Europe*, Heidelberg, Springer (coll. Springer International Publishing), 210 p.