Les ponts romains de Chalon-sur-Saône : étude préliminaire de la pile no 3

Louis Bonnamour

► To cite this version:

Louis Bonnamour. Les ponts romains de Chalon-sur-Saône : étude préliminaire de la pile no 3. Gallia - Archéologie de la France antique, 2000, 57, pp.273-306. 10.3406/galia.2000.3023 . hal-01902082

HAL Id: hal-01902082

<https://hal.science/hal-01902082>

Submitted on 16 Jan 2020

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

LES PONTS ROMAINS DE CHALON-SUR-SAÔNE

Étude préliminaire de la pile n° 3

Louis BONNAMOUR*

Mots-clés. Saône, pont romain, archéologie subaquatique, caisson étanche, outils.

Key-words. Saône, Roman bridge, subaquatic archaeology, watertight box, implements.

Résumé. Identifiés par L. Armand-Calliat dès 1952, les vestiges du « pont romain » de Chalon ont fait l'objet de cinq campagnes de fouille subaquatique consacrées à l'étude de la pile n° 3.

Les grandes étapes de la construction de la pile, édifiée au début du III^e s. à l'aide de blocs de grès de remploi, ont pu être individualisées. Il apparaît désormais évident que les vestiges étudiés appartiennent en réalité au deuxième, voire même plus probablement à un troisième pont construit au débouché amont d'un ancien passage à gué. La fouille, qui a livré plus de 150 monnaies, a aussi fourni un abondant outillage en relation notamment avec le travail de la pierre ; elle a aussi montré que la pile avait été mise en place à l'intérieur d'un caisson étanche construit selon des principes étroitement apparentés à ceux de la construction navale, à la fois fluviale et maritime. Deux bateaux à fond plat, datés du I^{er} s. de notre ère et longs d'une quinzaine de mètres, ont été découverts partiellement engagés sous la pile. Leur sortie de l'eau et leur étude sont envisagées au cours des prochaines années.

Abstract. Identified since 1952 by L. Armand-Calliat, the remains of the Roman bridge were the subject of five seasons of subaquatic excavations, devoted to the study of the pile n° 3. The great stages of the building sequence of the pile erected in the beginning of the 3rd century, were individualized. It seems now obvious, that the studied remains in fact belong to the second, or even to a third bridge built on the upstream end of an old fordable passage. The excavations have given more than 150 coins, many tools particularly related to stonework. They have also showed that the pile was put inside a watertight box built, exactly as it was done for the construction of river boats but also sea ships. Two boats, with a flat bottom, dated of the 1st century AD and about 15 m long, have been discovered partly covered with the pile. We are planning these coming years to take them out of the water and to go into their study.

Partiellement détruit dans la nuit du 5 septembre 1944, le pont Saint-Laurent fut intégralement démoli et reconstruit à un emplacement sensiblement identique. Les travaux qui suivirent amenèrent la découverte de multiples éléments archéologiques, partiellement déposés au musée municipal entre les mois de mars 1946 et avril 1952. L'examen de ces trouvailles avait alors conduit le conservateur du musée, L. Armand-Calliat, à supposer

qu'un pont d'époque romaine, vraisemblablement à piles de pierre et tablier de bois construit sur le modèle du pont de Trèves, avait existé antérieurement à l'ouvrage médiéval et moderne (Armand-Calliat, 1952).

Près de quarante ans plus tard, un historien local démontrait, en s'appuyant sur des documents d'archives, que le « grand pont de Saône » médiéval avait en réalité été construit sur les vestiges des piles romaines avant de

* Musée Denon, section archéologie, 3 rue Boichot, F-71100 Chalon-sur-Saône.

Fig. 1 – Plan de situation du gué du Port Villiers et du « pont antique », d'après la carte de navigation de la Saône, à l'échelle du 1/10 000, établie en 1862. Au niveau de Chalon, sur une distance de 8 km, entre les points kilométriques 136,500 et 144,500, six passages à gué sont attestés.

subir d'importants remaniements au XVIII^e s. (Tremeau, 1990). L'ouvrage antique avait lui-même succédé à un passage à gué utilisé dès les époques protohistoriques (fig. 1).

En 1992, des travaux de mise au gabarit européen du chenal navigable furent réalisés à hauteur du pont. En quelques jours, plus d'un millier de blocs antiques en calcaire et en grès furent arrachés du lit de la rivière à l'emplacement des piles n^{os} 3 et 4 de l'ancien pont, à une profondeur comprise entre 3,50 m et 4 m. Une série de plongées ayant été entreprise peu de temps après le passage de l'engin de terrassement, des pieux de chêne de fort diamètre furent observés en place au niveau de la pile n^o 3. Ces pieux dessinaient un quadrilatère qui nous parut pouvoir correspondre aux restes de la fondation d'une pile détruite. Aussi une campagne de topographie et de prélèvements fut-elle envisagée sur cet ouvrage particulièrement mal connu et de datation incertaine.

LES CONDITIONS DE TRAVAIL

L'étude de la pile n^o 3, initialement prévue au cours de l'été 1994, a nécessité en réalité 5 campagnes d'une durée de 2 mois avec le concours d'une équipe moyenne de 5 plongeurs, soit un total de plus de 3 000 heures de travail subaquatique. La présence de la pile n^o 3 dans le chenal de navigation n'a évidemment pas simplifié la tâche (fig. 2). Les principales difficultés rencontrées sont toutefois venues du volume des matériaux qu'il a fallu déplacer, ainsi que des très mauvaises conditions de visibilité liées à la relative profondeur du travail. En effet, contrairement à une première estimation, la pile, loin d'avoir été arasée, se trouvait conservée sur une hauteur de près de 2 m. Les terrassements réalisés pour sa construction ayant été poussés à une profondeur comprise entre 6,50 m et 8 m sous le niveau de l'étiage¹ actuel, la pile était entourée de remblais compacts ainsi que d'enrochements accumulés sur une épaisseur de 3 à 4 m et comportant de très nombreux blocs d'un poids supérieur à 1 tonne. Plus de 500 m³ de matériaux ont ainsi dû être déplacés par les plongeurs afin de pouvoir atteindre les fondations de la pile et dégager ses abords. Ces conditions ont également rendu impossible l'instal-

Fig. 2 – Plan de situation des piles de pierre des époques romaine, médiévale et moderne par rapport au pont actuel.

lation d'un système de triangulation couvrant l'ensemble du chantier. Enfin, l'importance des différences de niveaux entre les zones de travail a rendu complexes les opérations de topographie opérées par ailleurs dans des conditions de visibilité particulièrement mauvaises. Des relevés à l'échelle du 1/10 ont néanmoins pu être réalisés ainsi que plusieurs centaines de prises de vues photographiques, grâce à l'usage d'éclairages extérieurs.

LES TRAVAUX PRÉLIMINAIRES À LA CONSTRUCTION DE LA PILE

La conservation en élévation de la base de la pile sur une hauteur d'environ 2 m s'explique par la nature du sous-sol. Les sondages géologiques effectués préalablement à la construction des piles de l'ouvrage actuel montrent en effet que, sur une épaisseur de 8,75 m à 10 m, le substrat, à l'emplacement des piles tant de rive droite que de rive gauche, est constitué de sable et de gravier (fig. 3). Alors que le niveau d'étiage moderne est maintenu artificiellement à la cote 172,00, le toit des marnes affleure à la cote 159,65 à l'emplacement de la pile de

1. Les mots en gras se trouvent dans le glossaire (p. 303-304).

Nature du terrain	Profondeur du sondage	Cotes d'altitude IGN 69	
-----	0	172,00	niveau actuel de retenue des barrages
rivière « la Saône »	- 3,60 m	168,40	
sable et gravier			niveau d'étiage du III ^e s. plancher du caisson
	- 9,85	162,15	base de terrassements antiques
gravier	- 12,35	159,65	
marne			
	17,10	149,90	
sable argileux			

Fig. 3 – Sondage géologique réalisé en 1950 à l'emplacement de la pile de rive droite du pont actuel. Le niveau d'eau (niveau 0) situé à l'altitude IGN 69, 172,00, correspond sensiblement au niveau théorique de retenue du barrage d'Ormes.

rive droite et le niveau d'étiage antique, marqué sur la troisième assise de blocs par un dépôt carbonaté, figure à la cote 167,50 (fig. 4).

L'instabilité des matériaux sous-jacents à la pile a contraint les constructeurs du pont à ancrer la pile n° 3 dans le sous-sol en application d'un principe toujours en usage à la fin du XVII^e s. (Mesqui, 1986, p. 238). Les terrassements opérés à cet effet ont été poussés à une profondeur comprise entre 2 m sous le niveau d'étiage antique à l'emplacement de l'avant-bec et 3,50 m à l'aval de la pile (fig. 4). L'implantation d'un semis de pieux courts, destinés à densifier les remblais sous-jacents, a alors précédé la mise en place d'un caisson de construction étanche.

Ces diverses opérations n'ont pu être menées à bien qu'après assèchement total ou partiel du chantier en

période d'étiage. La fouille a permis de mettre en évidence, parallèlement à l'avant-bec de la pile, rive gauche, ce que nous considérons comme les restes de la digue initiale entourant le chantier de construction. Cette digue est bordée, à quelque 2 m au-delà de la pile, par une rangée de grands pieux de chêne (pieux n°s 101 à 104) affleurant à une profondeur légèrement inférieure à celle du niveau d'étiage antique (fig. 4 à 6). À l'extérieur, cette digue est délimitée par un alignement de blocs calcaires, quadrangulaires, disposés assez régulièrement sur deux épaisseurs au moins. La base de ces blocs repose à une profondeur moyenne de 5,60 m sous le niveau d'eau actuel, soit 1,10 m sous le niveau d'étiage antique, sur ce que l'on peut considérer comme ayant constitué le fond de la rivière au moment des travaux. Entre ces blocs et l'alignement des pieux 100, sur une largeur variant de 1 à 3 m, nous avons pu observer la présence d'un enchevêtrement de blocs de remploi, disposés de manière totalement anarchique ; certains d'entre eux peuvent atteindre des dimensions et un poids assez considérables (jusqu'à une longueur de 3,20 m pour un poids estimé d'environ 4 t). Comme le montre le schéma de la figure 4, ces blocs se rencontrent jusqu'à une profondeur moyenne de 2 m sous le niveau d'étiage antique. Il n'a pas été possible de retrouver le prolongement de cette digue initiale vers l'aval parallèlement à la pile proprement dite, ou symétriquement sur le côté droit de l'avant-bec. Cette double carence s'explique de manière logique par la nécessité de faire disparaître au maximum cet ouvrage préliminaire pour permettre l'acheminement et la mise en place du caisson de construction. Par ailleurs, l'accès des bateaux alimentant le chantier en matériaux exigeait la démolition quasi totale de la digue, à l'exception sans doute de l'avant-bec destiné à assurer une meilleure protection de la pile contre le courant. Sur le côté droit de l'avant-bec, on peut penser que la digue a été détruite à l'époque médiévale lorsque l'arche entre les piles n°s 2 et 3 est devenue la seule arche de navigation utilisable.

Si la construction d'une digue constituait un préalable indispensable à la réalisation des travaux de terrassement, elle n'était toutefois pas suffisante pour mettre à sec ou du moins faire baisser le niveau d'eau à l'emplacement du chantier. L'implantation d'une ou de plusieurs pompes était alors nécessaire à titre provisoire, le temps d'aménager l'emplacement prévu pour le caisson de construction. Alors que la base du caisson

Fig. 4 – Coupe schématique résumant les principales observations stratigraphiques effectuées lors de la fouille de la pile n° 3.

prend appui sur les remblais à une profondeur comprise entre 1,80 m et 2,00 m sous l'étiage antique, à l'aval de la pile, les terrassements atteignent une profondeur de 3,50 m en bordure des pieux constituant la partie en aval de la crèche. Une telle anomalie ne s'explique guère que par la volonté de constituer, dans cette zone, une sorte de puisard destiné à drainer l'eau filtrant à travers la digue, de manière à pouvoir l'évacuer plus facilement. On peut s'interroger sur le type de pompe utilisé pour épuiser l'eau. Nous savons que l'on faisait usage, dans l'Antiquité, de nombreux modèles de pompes aussi bien du type à chapelet (Carre, Jézégou, 1984) que de pompes à pistons en bronze (Rouanet, 1974) ou encore en bois (Sablayrolles, Lacour, 1988), parfois même groupées en véritables machineries, comme c'est le cas de la trouvaille d'Alet (Langouet, Meury, 1976). Dans le cas présent, le volume d'eau à extraire et la présence, à l'aval de l'enceinte de pieux accolée à la pile, d'un semis dense de gros pieux inclinés vers l'extérieur qui paraissent avoir

supporté une plate-forme laissent penser que la pompe utilisée fut plus vraisemblablement une pompe à roue, dont le poids pourrait être à l'origine de l'affaissement des pieux. Il va de soi que l'on pourrait tout aussi bien imaginer sur cette plate-forme une batterie de pompes à pistons. Aucun élément archéologique ne permet actuellement de trancher en faveur de l'une ou l'autre hypothèse. Lors de la fouille, certains indices nous ont donné à penser que deux emplacements destinés à recevoir des pompes à pistons ont pu être aménagés à l'intérieur de la crèche. La suite des opérations a apporté la preuve formelle que le début des travaux s'est effectué à l'intérieur d'un caisson étanche, antérieurement à la mise en place des pieux de la crèche.

Après achèvement des terrassements, une impressionnante série de pieux de chêne a été implantée à l'emplacement de la pile et d'une partie de la crèche (fig. 4 et 5), ainsi qu'à la périphérie de la zone. La longueur de ces pieux, allant de 1 m près de l'avant-bec à 2 m dans la

Fig. 5 – Plan d'ensemble de la pile n° 3 en cours de fouille : platelage et plancher du caisson, crèche, ligne des pieux 100 et blocs de calcaire délimitant la digue au niveau de l'avant-bec, paroi effondrée du caisson, axe des deux bateaux du I^{er} s.

Fig. 6 – Vue axonométrique schématique de la pile n° 3 avec nomenclature des différentes composantes rencontrées lors de la fouille.

crèche, semble étroitement liée à la profondeur des terrassements. Une douzaine d'entre eux ont été extraits, dont neuf à l'emplacement de la pile ; aucun ne possédait de sabot métallique. Leur rôle semble avoir été de densifier le remblai supportant la pile. Ce dernier, constitué d'argile plastique mélangée à des pierres calcaires ne dépassant pas une dizaine de centimètres dans leur plus grande dimension ainsi que de fragments de tuiles, recouvre le niveau des têtes de pieux sur une trentaine de centimètres. On peut supposer que ce remblai a été soigneusement nivelé après sa mise en place, peu avant la démolition de la digue et l'acheminement du caisson étanche utilisé pour la construction de la pile.

LA CONSTRUCTION ET LA MISE EN PLACE DU CAISSON ÉTANCHE

Les premiers indices de l'existence d'un caisson étanche, initialement interprété comme paroi interne d'un **batardeau** sur le modèle de ceux utilisés pour la construction du pont de Trèves (Cüppers, 1969), sont apparus au niveau de l'avant-bec, dès la première campagne de fouille. Très vite cependant, cette hypothèse devait être abandonnée : la structure en bois,

observée en place sur le côté de l'avant-bec situé rive gauche et conservée en place sur une hauteur de 1,80 m grâce à la protection assurée par les remblais antiques déversés entre l'avant-bec et les restes de la digue, correspondait à une structure de type caisson étanche. Nous avons alors pensé nous trouver en présence d'un « caisson de construction sans fond », proche de ceux en usage au milieu du siècle dernier (Croizette-Desnoyers, 1849).

En 1997, le démontage partiel des blocs de la pile pour étudier ses fondations a apporté la preuve que la structure en bois observée sous la pile était étroitement solidaire de la paroi verticale du caisson et appartenait au même ensemble homogène, en l'occurrence un caisson étanche avec fond construit selon des principes étroitement apparentés à ceux de la construction navale.

Assez curieusement, alors que les parois verticales du caisson se trouvent conservées au niveau de l'avant-bec à hauteur du corps de pile ainsi que de la crèche, cette même paroi a été retrouvée, rive gauche, effondrée à une profondeur comprise entre 6 m à l'amont et 6,50 m à l'aval (fig. 5 et 6), en compagnie de nombreux vestiges archéologiques, monnaies et outils notamment, ainsi que de pièces de bois travaillées. Ce niveau correspond, à

Fig. 7 – Relevé du platelage dans l'angle aval gauche de la pile n° 3 avec plancher sous-jacent. À noter la présence sur les planches de platelage et de plancher d'une série de crampons de scellement abandonnés lors du raccourcissement de la pile.

n'en pas douter, au niveau d'abandon du chantier à l'issue des travaux.

L'observation « externe » du caisson n'a évidemment pas permis de comprendre sa structure ni, à plus forte raison, son mode d'assemblage. Le démontage de l'angle arrière gauche de la pile, suivi du tronçonnage des bois du **platelage** ainsi que de ceux du **plancher** sous-jacent, a apporté d'utiles indications et surtout a incité à réaliser un travail analogue au niveau de l'avant-bec où la structure du caisson apparaissait particulièrement complexe. Après découpage, chaque pièce de bois a été remontée à la surface, dessinée et photographiée. L'ensemble des

observations réalisées sous l'eau au cours des diverses phases du démontage, ainsi qu'en surface, a permis à l'un des plongeurs, L. Segaud, de réaliser deux maquettes précises, à l'échelle du 1/5, dont une entièrement démontable. Ce travail, réalisé conjointement sous l'eau et en surface, s'est révélé particulièrement précieux pour la compréhension du schéma de montage du caisson.

De 1994 à 1998, des observations ont été réalisées sur les parois du caisson restées en place au niveau de l'avant-bec, sur la paroi effondrée, rive gauche (fig. 5), mais également sur le plancher à l'emplacement de la crèche, sous la pile, tant à l'arrière de celle-ci qu'à l'emplace-

ment de l'avant-bec. Seule la paroi fermant la partie à l'aval du caisson, apparemment totalement détruite, a échappé à nos observations. De ce fait, la longueur exacte du caisson n'est pas connue avec certitude ; mais si l'on se base sur les mesures prises sur les restes du plancher, le caisson mesurait au minimum une douzaine de mètres de long pour une largeur de 6 m, il englobait donc la majeure partie de l'emplacement de la crèche.

Le fond du caisson est constitué par la superposition de deux séries de planches de chêne disposées les unes longitudinalement, les autres transversalement (fig. 7). D'une largeur comprise entre 40 et 48 cm, les premières sont posées directement au contact du remblai ; elles dépassent de la base de la pile et occupent une partie de l'emplacement de la crèche où elles devaient jouer le rôle de plancher de travail, vraisemblablement pour assurer la mise en place et la stabilité de l'engin de levage qui permettait de hisser les blocs de pierre. Épaisses de 8 cm, ces planches sont en outre étroitement solidarisées par un ensemble de tenons et de mortaises disposés en quinconce, de manière assez lâche et espacés, d'axe en axe, de 60 cm à 120 cm. Le plancher est constitué de 13 planches. La planche centrale présente un profil en « T » avec une surépaisseur de 3,5 cm sur 22 cm de largeur à l'arrière de la pile. Cette surépaisseur s'accroît fortement vers l'amont et donne à cette pièce de bois l'allure d'une véritable **quille**. À l'avant-bec, une forte pièce de section trapézoïdale est implantée verticalement, à l'aide de trois tenons, dans la quille et dans les pièces de **semelles**. Cette pièce présente toutes les caractéristiques d'une **étrave** de navire.

Disposé transversalement sur le plancher, le platelage est constitué de planches d'une douzaine de centimètres d'épaisseur, clouées dans le plancher à l'aide de clous en quinconce. Au moment de la fouille, le platelage se prolongeait sensiblement à l'aval de la pile dans le remplissage de la crèche (fig. 7). Comme nous aurons l'occasion de le voir, il s'agit là de la conséquence du raccourcissement brutal de la pile intervenu en cours de travaux. Trois observations importantes ont pu être faites dans ce secteur au cours des travaux.

- La présence ponctuelle de fibres végétales disposées en bourrelets entre les joints de certaines planches contribue à renforcer l'étanchéité.
- La présence, particulièrement sensible au moment du démontage, entre plancher et platelage, d'un dépôt dont l'épaisseur pouvait atteindre plusieurs millimètres et

présentant un aspect de goudron. Les analyses réalisées par J. Connan ont montré que ce produit à base de résine végétale avait vraisemblablement été appliqué sur les planches pour assurer leur protection.

- La présence, parmi les pieux constituant le côté gauche de la crèche, d'un certain nombre d'exemplaires ayant visiblement traversé les bois du plancher, voire même du platelage (fig. 5). Cette observation met en évidence le fait que les pieux latéraux de la crèche n'ont pas été mis en place dans une phase initiale de la construction mais seulement après abandon de l'emploi du caisson étanche.

Le démontage des blocs de grès constituant les trois assises conservées à l'emplacement de l'avant-bec s'est révélé particulièrement important pour la compréhension de la structure du caisson ; il a permis de confirmer les hypothèses relatives à la technologie mise en œuvre. La présence d'une série de **membrures** ou courbes, tout à fait comparables à celles utilisées dans la construction des bateaux de rivière et destinées à assurer une étroite cohésion entre le fond du caisson et ses parois, a constitué un élément particulièrement décisif. Clouées sur le platelage, ces courbes prenaient appui dans leur partie verticale contre les **étançons** ou renforts, eux-mêmes mortaisés dans de fortes semelles de chêne fixées, à l'aide de clous, aux parois du caisson.

La figure 8 illustre le mode de construction de la pointe du caisson. Sur le n° 1, on voit les membrures encore en place ainsi que des planchettes de sapin disposées sur le platelage entre les membrures. L'une de ces dernières, disposée dans l'axe de la quille, vient prendre appui contre l'étrave. Sur le chant de la semelle de rive gauche, sont figurées les mortaises assurant la fixation des étançons ainsi que celles, de plus petites dimensions, correspondant aux tenons de la première planche de la paroi du caisson.

Le n° 2 montre la pointe du caisson après enlèvement des planchettes de sapin et des membrures avec figuration des sections des planches de platelage, de la quille et de la semelle de rive droite. La liaison de l'étrave avec la quille et avec les semelles est assurée par trois assemblages de type tenon-mortaise. Les espaces subsistant entre les diverses pièces de bois avaient fait l'objet d'un **calfatage** à l'aide de fibres végétales, préalablement torsadées et mises en place en force. Leur examen par Jacqueline Argant a révélé qu'il s'agissait de feuilles de cypéracées ou carex.

Sur le n° 3, après démontage du platelage, le plancher est figuré avec l'emplacement des mortaises disposées de manière assez lâche. La pièce de semelle de rive droite, démontée partiellement, était assujettie au plancher par un double cloutage, horizontal d'une part, mais aussi vertical, de bas en haut. Cette dernière particularité prouve que le caisson n'a pas été construit sur place mais assemblé sur un chantier terrestre en légère surélévation, avant d'être acheminé par flottage, puis positionné à son emplacement définitif à l'aide d'une série de pieux. Les pieux n°s 220, 221, 313, 318 et 319, situés très légèrement à l'extérieur du caisson, ont notamment pu être utilisés dans ce but (fig. 5). Une telle technique a été en usage sur la Saône pour la construction de bateaux de bois jusque dans la première moitié du XX^e s.

À l'avant-bec, rive gauche, la paroi du caisson en place (fig. 9), toujours solidaire du fond, était heureusement conservée jusqu'à la cote - 4,50 m, niveau qui correspond très exactement au dépôt carbonaté observé sur la pile et marquant la hauteur de l'étiage antique. En plus de la semelle taillée dans une pièce de chêne de 35 cm x 40 cm, trois planches de sapin étaient intégralement ou partiellement conservées. Leur épaisseur varie de 6 à 8 cm pour une largeur de 50 cm. Ces planches étaient assemblées grâce à des tenons et des mortaises disposés tous les 50 à 60 cm d'axe en axe. Leur étanchéité était assurée par des couvre-joints en sapin larges de 5 à 6 cm et épais de 1,5 à 2 cm. Ils étaient maintenus en place par des petits clous à tête plate, disposés non pas en quinconce mais sur une seule ligne et systématiquement enfoncés dans la planche inférieure ; ce procédé, en usage sur les chantiers de construction navale, est destiné à éviter que les bois ne se fendent du fait des mouvements des coques. Placée en recouvrement partiel sur la semelle et sur la première planche de sapin, une forte pièce de chêne, large de 46 cm et épaisse de 9 cm, fixée à l'aide de clous, assurait un rôle de renfort ou ceinture. Cette pièce, qui présente à chaque extrémité un assemblage en biais, à mi-bois, était conservée sur toute sa longueur, à savoir 5,31 m.

Au niveau du corps de la pile, la paroi du caisson, volontairement abattue lors des travaux, reposait à une

Fig. 8 – Pointe amont du caisson de construction après démontage des assises de grès : 1, avec membrures en place ; 2, au niveau du platelage après enlèvement des planchettes de sapin et des membrures ; 3, au niveau du plancher après démontage du platelage.

Fig. 9 – Paroi latérale du caisson de construction conservée en place à l'avant-bec, rive gauche.

Fig. 10 – Coupes schématiques montrant les assemblages du caisson de construction, rive gauche : 1, au niveau de la pile et de la crèche avec semelle en forme de « T » asymétrique ; 2, au niveau de l'avant-bec avec jonction monoxyle entre le fond et le bord du caisson.

profondeur comprise entre 1,50 m et 2,15 m sous l'étiage antique, dans une zone riche en vestiges liés à l'abandon du chantier. Malgré sa profondeur, cette paroi est apparue dans un état de conservation très médiocre ; les bois, très altérés, se prêtaient mal à des observations précises.

Comme le montrera l'étude des enrochements, toute cette zone semble bien, en effet, être restée en l'état pendant plusieurs siècles avant d'être recouverte par des blocs romains au cours de la période mérovingienne. Cette paroi effondrée a pu être dégagée sur une

longueur de 8,50 m, soit près de 3 m de plus que la longueur du corps de la pile (fig. 5). Au-delà, les bois du caisson, totalement écrasés par le poids des enrochements, ne permettent plus de faire d'observations précises. En dépit de son mauvais état de conservation, au niveau du corps de pile et de la crèche, la paroi du caisson présente un certain nombre de différences par rapport à celles que nous avons observées à l'avant-bec. Sa structure apparaît notamment simplifiée : la semelle, brisée au moment du démontage antique, ne présente plus un profil en « T » asymétrique, mais un simple profil en « L » qui évoque étrangement le principe de construction navale dit du **monoxyle assemblé à bouchain vif** (fig. 10, n°s 1 et 2). Cette simplification a pour conséquence le fait que les membrures ne reposent plus sur le platelage (inexistant au niveau de la crèche), mais directement sur le plancher. Au nombre des autres différences observées, notons également la suppression de la planche de ceinture. C'est désormais la première planche de la paroi verticale, en chêne et non plus en sapin, qui, clouée contre la semelle, assure la jonction avec la ceinture de l'avant-bec.

LA PILE

D'une longueur totale de 8,90 m pour une largeur de 5,36 m à 5,40 m, la pile n° 3 présente un corps rectangulaire long de 5,70 m, prolongé par un avant-bec trapézoïdal d'une longueur de 3,20 m. La comparaison de ces mesures avec celles indiquées par Thomas Dumorey antérieurement aux modifications du XVIII^e s. montre que lors de la reconstruction du pont au cours du XV^e s. on s'est contenté de porter la longueur de l'avant-bec de 3,20 m à 5,50 m, sans apporter de modifications sensibles aux autres parties de la pile romaine (Tremeau, 1990, p. 226). Cette modification de la structure de la pile pourrait expliquer la découverte de plusieurs sabots de pieux considérés par L. Armand-Calliat comme attribuables à l'époque médiévale (Armand-Calliat, 1952, p. 54, fig. 1).

Au moment de l'intervention après le passage de l'engin de terrassement qui avait fortement altéré une partie de la troisième assise et probablement détruit la quasi-totalité de la quatrième, les fondations de la pile n° 3, constituées de blocs de grès de grandes dimensions liés par des crampons, subsistaient au moins ponctuellement

sur une hauteur proche de 2 m. L'usage du grès, matériau tendre et particulièrement friable en milieu humide, est surprenant. Le démontage partiel des blocs pour l'étude des fondations de la pile et du caisson a montré qu'un certain nombre d'entre eux présentaient un cadre de pose ou cadre d'anathyrose (Adam, 1989, p. 53). Leur identification comme blocs de remploi laisse peu de doute. Au moment de leur dégagement, certains de ces blocs apparaissaient très fracturés, sans qu'il soit possible de dire si leur médiocre état de conservation était dû au poids de l'ouvrage, ou lié à l'explosion qui, en 1944, a totalement détruit les deux premières arches du pont. Si les quatre premières assises de la pile n° 3 étaient en grès, on peut raisonnablement penser que l'élévation en revanche était constituée de calcaire, matériau beaucoup plus fréquemment utilisé régionalement durant la période gallo-romaine.

Le démontage partiel des blocs de la pile a permis d'observer attentivement leur disposition ainsi que leur mode d'assemblage.

La figure 11 rend compte de la forme et surtout de la disposition des blocs qui constituent les trois premières assises de la pile ainsi que du positionnement des crampons métalliques. On note toutefois, au niveau de la troisième assise, la présence d'un bloc calcaire isolé. Sa présence est apparue d'autant plus étonnante que l'on se trouve sensiblement au niveau de l'étiage antique, sur la pile centrale de l'ouvrage. Son extraction a été décidée, car un éventuel dépôt de fondation pouvait être enfoui sous ce bloc. En dépit d'un tamisage fin des sédiments prélevés sous le bloc, aucune observation particulière n'a pu être faite en ce sens.

La première assise a été placée sur un lit de mortier déposé sur le platelage et les blocs ont été reliés ou non entre eux par un nombre variable de crampons métalliques noyés dans le plomb. Sur le corps de pile, les blocs de forme allongée, d'une largeur moyenne de 60 cm pour une longueur comprise entre 140 cm et 190 cm, sont disposés longitudinalement, alors qu'à l'avant-bec ils occupent une position transversale. Sur la deuxième assise, presque intégralement dégagée, à une exception près, les blocs sont disposés transversalement avec une alternance de rangées de blocs longs et de blocs courts, plus massifs, de 80 cm à 90 cm de côté. Curieusement, à l'avant-bec on observe l'absence quasi totale de crampons, alors même que, parfois, leur emplacement avait été prévu et préparé. Sur la troisième assise, altérée

Fig. 11 – *Disposition des blocs de la pile n° 3 : 1, au début des travaux, restes très altérés de la 4^e assise, seuls deux crampons et un trou de louve subsistent ; 2, la 3^e assise avec crampons et trous de louve essentiellement conservée sur une moitié de la pile après le passage de la pelle mécanique en 1992 ; 3, relevé partiel des blocs de la 2^e assise ; 4, relevé partiel des blocs de la 1^{re} assise.*

par le passage de l'engin mécanique en 1992, on retrouve un dispositif identique à celui de la première assise. L'avant-bec, trapézoïdal, est constitué par un bloc

unique sur les première et troisième assises, et de deux blocs sur l'assise n° 2. L'observation détaillée des blocs placés à l'arrière de la pile sur les trois premières assises montre clairement que la longueur de la pile a manifestement été réduite de manière sommaire au cours de la réalisation. Sur la troisième assise, nous n'observons curieusement que des demi-blocs. Au niveau de la deuxième assise, la pile semble s'interrompre plus normalement, mais on note en revanche la trace de deux crampons disposés dans le vide et de trois trous de crampons correspondant à la liaison initiale avec des blocs disparus. Sur la première assise, les blocs arrachés sont encore plus visibles : deux crampons fixés à des fragments de blocs adhèrent encore à la pile (fig. 11, n° 1). Comme le montrera l'étude du remplissage de la crèche, crampons et fragments de blocs ont été retrouvés épars sur le plancher de travail, preuve indiscutable du fait que cette opération s'est déroulée pendant les travaux, antérieurement au remblaiement de la crèche. On peut considérer que la longueur initiale de la pile correspond à la limite de la dernière planche de planlage à l'intérieur de la crèche, soit une cinquantaine de centimètres de plus que la longueur subsistante (fig. 7).

Le démontage de la paroi du caisson au niveau de l'avant-bec, rive gauche, a montré que les membrures doublant les étançons, beaucoup plus courtes que les étançons eux-mêmes, étaient systématiquement encastées dans la première, voire même dans une partie de la deuxième assise de grès, à l'intérieur d'une feuillure verticale d'une quinzaine de centimètres de large sur environ 10 cm de profondeur. La présence de telles saignées creusées dans la pierre s'est confirmée non seulement sur le côté opposé de l'avant-bec mais aussi sur le côté gauche du corps de pile où quatre saignées ont été dégagées, soit un nombre équivalent à celui présent sur chacune des faces de l'avant-bec. On peut voir là une volonté délibérée de réduire au maximum la largeur du caisson de construction.

À deux endroits distincts sur le pourtour de la pile, sensiblement au sommet de la troisième assise de blocs, un important dépôt carbonaté a pu être observé ; son épaisseur variait de quelques centimètres, rive droite, à plus de 10 cm sur la bordure gauche de la pile. En cet endroit, la hauteur totale du dépôt atteignait une trentaine de centimètres mais son épaisseur était maximale à mi-hauteur, à une profondeur de 4,50 m sous le niveau actuel de l'étiage, soit à la cote de 167,50 m. Les

Fig. 12 – Positionnement des pieux courts destinés à densifier le sol à l'emplacement du caisson de construction (pieux n°s 300 à 353) : A-B, C-D, coupes (cf. fig. 13).

premiers examens réalisés à l'université de Bourgogne par E. Verrechia ont confirmé qu'il s'agissait avec certitude d'un niveau d'étiage déposé en eaux courantes et particulièrement limpides. Ce niveau d'étiage correspondait très exactement au niveau supérieur auquel la paroi en sapin du caisson s'est trouvée conservée. On peut penser qu'il marquait à peu de choses près le niveau d'étiage antique. Les recherches subaquatiques en Chalonnnais ont par ailleurs montré une tendance systématique à l'accroissement des niveaux d'eau depuis l'Antiquité. Si l'hypothèse d'un phénomène de subsidence a paru un moment pouvoir rendre compte d'un tel état de fait, elle semble aujourd'hui devoir être remise en cause (Bonnamour, 1997).

Avant le début des travaux de fouille consacrés à la pile n° 3, il semblait bien, suivant en cela l'opinion de L. Armand-Calliat, que les grands sabots de pieux d'une longueur atteignant parfois 1 m, recueillis lors de la

destruction des vestiges du pont entre 1946 et 1952, appartenaient aux fondations de l'ouvrage romain à piles de pierre. Le démontage à l'aval de l'angle gauche de la pile, suivi de la découpe du platelage ainsi que du plancher sous-jacents, a permis de constater que le caisson de construction reposait directement au contact d'un remblai identique à celui rencontré sous le plancher, à la base du remplissage de la crèche. Aucune pièce de bois horizontale, aucun pieu porteur ne sont apparus à la surface du remblai ; en revanche, une série de pieux courts disposés de manière relativement dense, suivant un schéma identique à celui observé dans la crèche, a été dégagée dans l'épaisseur du remblai (fig. 12). Les têtes de ces pieux affleuraient à une trentaine de centimètres de profondeur sous le plancher du caisson (fig. 13). Il devenait dès lors évident que les grands sabots de pieux qui n'appartenaient pas non plus aux pieux de la crèche ne pouvaient guère provenir que d'un ouvrage antérieur au pont à piles de

Fig. 13 – Coupes stratigraphiques A-B et C-D (cf. fig. 12) relevées sous le caisson de construction dans l'angle arrière gauche de la pile. Nulle part les pieux de densification ne sont au contact du plancher du caisson.

pierre, ouvrage vraisemblablement construit entièrement en bois comme le laissent supposer certaines observations ou encore le résultat des datations dendrochronologiques attestant de remplois massifs de bois.

Un processus de basculement de la pile a pu être observé dans le sens longitudinal au niveau de l'avant-bec, mais également dans le sens transversal à l'arrière de la pile (fig. 13). Dans le premier cas, l'inclinaison est peu sensible : sur une longueur de 4,50 m, la semelle du caisson accuse un pendage vers l'aval de 20 cm. À l'arrière de la pile, en revanche, l'inclinaison mesurée à la surface du platelage est beaucoup plus nette en direction de la rive droite, et la déclivité atteint 42 cm sur la largeur de la pile. Cette amorce de basculement, liée au tassement des remblais sous-jacents, pourrait être imputable au poids des voûtes de pierre ajoutées au cours du XV^e s. sur des piles prévues initialement pour supporter un tablier en charpente. On pourrait envisager que l'affaissement de la pile n° 3 soit à l'origine de l'effondrement, en 1479 (Tremeau, 1990, p. 227), de l'arche dite arc royal, joignant les piles n°s 2 et 3 du « grand pont de Saône » de Chalon.

LA CRÈCHE

Bien qu'elle puisse apparaître comme accessoire dans la construction du pont, son étude longue et complexe a néanmoins apporté de nombreuses informations. Lors de la première plongée de reconnaissance sur le site, une trentaine de pieux de fortes dimensions, dont la partie supérieure avait été déchiquetée par les dents de la pelle mécanique lors des travaux de terrassement de 1992, apparaissaient à la surface des sédiments, à une profondeur de 3,40 m à 3,80 m sous le niveau d'eau. D'autre part, un certain nombre de pieux arrachés par la pelle mécanique étaient pourvus de sabots métalliques d'une longueur moyenne d'une cinquantaine de centimètres. La datation radiocarbone du bois retiré de l'un de ces sabots avait apporté la preuve qu'il s'agissait bien d'un ouvrage antique, ce qui renforçait l'intérêt d'une intervention archéologique.

Au total, 68 pieux de section carrée, pour la plupart en chêne, et de 20 à 30 cm de côté subsistaient sur le pourtour de la crèche. Ils dessinaient les trois côtés d'une enceinte quadrangulaire enserrant l'aval de la pile (fig. 5). La paroi gauche de cette enceinte était constituée d'une ligne quasi jointive de pieux verticaux alors

que la paroi opposée était formée de pieux disposés de manière un peu plus lâche et moins régulière. À l'aval en revanche, la situation semblait très différente puisque est apparu un semis de pieux implantés sur environ 150 cm de largeur ; loin d'être restés verticaux, ceux-ci présentaient une forte inclinaison vers l'extérieur selon un angle de 110 à 120°.

De ce fait, le plan de la crèche relevé au début de la fouille au sommet des pieux est sensiblement différent de celui établi au niveau du plancher à l'intérieur de la crèche où la surface utile ne dépasse guère une vingtaine de mètres carré. À la fouille, le remplissage de la crèche nous est apparu hétéroclite mais particulièrement compact. À l'exception du niveau d'inondation déposé sur le plancher de travail, ce remplissage s'est révélé pauvre en vestiges archéologiques mais chronologiquement homogène du fait de sa mise en place pendant la construction de la pile suivie d'un remblaiement. Le matériau employé pour remblayer la crèche est très varié dans sa conception comme dans sa granulométrie. Il est essentiellement constitué de calcaire : déchets de toutes tailles évoquant un découvert de carrière avec présence notamment de pierres percées identiques à celle que l'on rencontre dans toute la côte chalonnaise à la surface des affleurements calcaires, mais aussi nombreux blocs de remploi de grande taille et d'un poids pouvant dépasser 2 tonnes. On doit également noter la présence dans ce remplissage de petits blocs de grès ou de granit, d'assez nombreux fragments de micaschiste, voire même de scories de fer. Il était particulièrement intéressant de tenter d'extraire un certain nombre de pieux de la crèche, tant pour vérifier la présence éventuelle de sabots métalliques et préciser leur typologie que pour connaître leur niveau d'enfoncement. L'enchevêtrement de la plupart des pieux et la présence des blocs d'enrochements ont rendu l'opération complexe et souvent infructueuse. L'extraction du pieu n° 6, en bois blanc et d'une section de 35 cm x 35 cm, fut un demi-échec du fait de la rupture de la pointe restée fichée dans le sol. Toutefois, l'amorce d'un travail de préparation de la pointe à 1,50 m avant le point de fracture montre manifestement que ce pieu ne possédait pas de sabot métallique, et son niveau d'enfoncement peut être estimé entre 8,50 m et 9 m sous le niveau d'eau actuel. Lors du dégagement de la crèche, a été observée la présence de six sabots ou languettes métalliques désolidarisées de leur sabot. Contre le pieu n° 55, nous avons observé, à une profondeur d'environ

6 m, une languette arrachée lorsque le pieu a perforé les 20 cm de chêne constituant le platelage et le plancher. Une autre languette, longue de 51,5 cm, a été trouvée plaquée contre le pieu n° 47 entre 7,20 m et 7,70 m, sans que nous ayons pu situer le niveau d'enfoncement du pieu. Long de 41 cm, le sabot du pieu n° 67 a été rencontré à une profondeur de 7,80 m, alors que celui du pieu n° 11, arraché du pieu, est resté à une profondeur de 7,25 m, le pieu continuant de s'enfoncer. Enfin, à l'aval de la crèche, les sabots de deux des pieux attribués au support de la « plate-forme » ont été identifiés à une profondeur de 7,80 m pour le sommet du sabot du pieu n° 14, dont la pointe n'a pu être dégagée, et de 8,10 m pour la pointe du sabot du pieu n° 15. Il faut préciser que pour ces deux pieux les niveaux d'enfoncement dépassent de très peu le niveau atteint par les terrassements antiques dans cette zone. Les observations effectuées sur les pieux constituant à priori la paroi latérale de la crèche rive gauche, notamment à l'extérieur de cette dernière, ont mis en évidence le fait que la plupart de ces pieux ont traversé le plancher du caisson ainsi que le platelage en provoquant l'éclatement des bois (fig. 5). On peut penser que les pieux constituant les parois latérales de la crèche ont été mis en place entre le moment où l'on a volontairement détruit les côtés du caisson étanche et celui où l'on a procédé au comblement de la crèche. Cette dernière opération avait probablement pour but de constituer une nouvelle assise de travail, implantée au-dessus du niveau d'étiage et destinée à mettre en place l'engin de levage permettant de hisser les blocs utilisés pour l'élévation de la pile.

La fouille du remplissage de la crèche et le démontage de l'angle arrière gauche de la pile ont montré que le plancher sous-jacent au platelage se poursuivait sur la majeure partie de la surface occupée par la crèche, jusqu'à une limite correspondant schématiquement à l'alignement des pieux n°s 306, 315, 311, 341. C'est sur ce plancher, que nous considérons comme une aire de travail, qu'était initialement installé l'engin de levage. Les planches du plancher constituent un simple prolongement vers l'aval de celles observées sous le caisson à l'emplacement de la pile. Elles présentent toutefois la particularité à cet endroit de ne pas être assemblées par tenons et mortaises. Ces planches sont en outre en très mauvais état de conservation. Elles ont été enfoncées et brisées au moment de la mise en place des blocs utilisés pour les remblais, et leur pendage atteint 1 m de l'amont

vers l'aval. Au-delà de la ligne des pieux n°s 306, 315, 311, 341, la nature du remplissage de la crèche change brutalement : à la place du remblai argileux décrit précédemment, identique à celui rencontré sous la pile, on trouve un remblai sableux avec fragments de blocs de grès et vestiges du niveau d'inondation qui a glissé du plancher au moment du comblement de la crèche. Ceci nous montre qu'après la mise en place du caisson étanche, un intervalle de près de 1 m subsistait en aval entre la paroi du caisson et les pieux supportant la plate-forme sur laquelle était installée la pompe. Cet intervalle, correspondant à la dépression creusée pour installer la pompe à une profondeur de 3,50 m sous le niveau d'étiage antique, est resté vide pendant la première phase des travaux et n'a été comblé qu'après la rupture du caisson et le comblement de la crèche, provoquant le fléchissement des bois du plancher et un glissement vers l'aval des matériaux de remplissage.

L'étude du remplissage de la crèche nous a également permis de constater la présence, au contact direct du plancher, d'un niveau de sable fin particulièrement riche en éléments végétaux tels que graines et brindilles, petits tessons de céramique, découpes et semelles en cuir, petits objets en bois... Un sesterce à l'effigie de Marc Aurèle ou de Lucius Verus a également été recueilli dans le remplissage de ce niveau assimilable à un dépôt de crue. La coupe stratigraphique relevée entre les pieux de la paroi gauche de la crèche permet de suivre le pendage de ce niveau, épais d'une vingtaine de centimètres à l'aplomb de la pile et dont l'épaisseur décroît rapidement (fig. 14). Sept crampons de scellement entiers ou brisés ainsi qu'un certain nombre de gros fragments de blocs de grès, parfois encore enduits de mortier, ont été retrouvés au contact du plancher dans l'épaisseur du niveau d'inondation.

Ces derniers vestiges paraissent devoir être mis en relation avec la rupture partielle des blocs disposés à l'arrière de la pile au niveau des trois premières assises. Il semblerait que cette mutilation intentionnelle ait un lien avec une crue qui aurait noyé le chantier et sans doute contraint les bâtisseurs, pour des raisons qui nous échappent, à user de cette mesure extrême.

REMBLAIS ET ENROCHEMENTS

Au début de l'intervention sur le site, les sédiments rencontrés tant à la périphérie de la pile qu'à celle de la

Fig. 14 – Coupe stratigraphique relevée entre les pieux sur le côté gauche de la crèche. À noter la présence du niveau d'inondation reposant au contact du plancher à l'intérieur du caisson de construction (relevé C. Lonchambon).

crèche ont paru correspondre à des remblais antiques, particulièrement compacts et chronologiquement homogènes. Au fur et à mesure de l'extension des fouilles à l'amont sur le côté gauche de la pile, pour permettre le dégagement des deux bateaux antiques et celui de la paroi effondrée provenant du caisson étanche, la réalité nous est apparue plus complexe. Il convient donc d'examiner ce problème secteur par secteur, soit :

- la zone située à l'avant-bec, rive droite ;
- la zone située à l'avant-bec, rive gauche ;
- à l'aval immédiat de cette dernière, le secteur correspondant à la paroi effondrée du caisson.

Les enrochements situés à l'aval de la crèche ainsi que sur le côté droit de cette dernière et de la pile sont restés dans l'état où ils se trouvaient après le passage de l'engin de terrassement en 1992. Ils n'ont, de ce fait, pu donner lieu à des observations précises.

À l'avant-bec, rive droite, nous n'avons, contrairement à notre attente, rencontré que fort peu de blocs d'enrochements. Seuls quelques blocs affleurant à une profondeur moyenne de 5 m et espacés de la pile d'environ 2 m ont été observés, disposés sur une longueur n'excédant pas 1 m. Entre la pile et les blocs, de même que sur le côté gauche de l'avant-bec, le remplissage, compact, ne présente que des matériaux de petit module. Les blocs rencontrés rive droite (fig. 4) nous semblent correspondre au reliquat de la digue mise en place au début des travaux afin de pouvoir assécher le chantier et effectuer les terrassements. Toutefois, il ne nous a pas été possible de retrouver l'alignement de grands pieux observés rive gauche, correspondant aux pieux 100. Deux raisons sont susceptibles de rendre compte de la disparition de ces pieux comme de celle de la majeure partie des enrochements dans ce secteur. Il s'agit, d'une part, de la nécessité de détruire la digue pour permettre l'acheminement du caisson étanche et l'accès des bateaux alimentant le chantier en hommes et en matériaux divers ; et d'autre part, le fait que l'on se trouve en bordure de la seule passe navigable utilisée au cours des périodes médiévale et moderne pourrait également avoir eu pour conséquence un souci d'approfondissement du chenal navigable entre les piles n^{os} 2 et 3, provoquant ainsi la destruction des enrochements. En effet, immédiatement au-delà des blocs subsistants c'est un remplissage de sable fin qui a été rencontré jusqu'à une profondeur proche de 6 m sous le niveau d'étiage actuel, avec présence de vestiges médiévaux et modernes

et notamment de restes de vanneries datés des XII^e-XIII^e s. (Ly-1250, Ly-1251).

Sur le côté gauche de l'avant-bec, entre la paroi du caisson et la ligne des pieux, sur une largeur moyenne de 2 m et une hauteur sensiblement équivalente, on observe un remplissage tout à fait identique à celui rencontré en bordure du côté opposé de l'avant-bec. Le remblai est ici constitué essentiellement d'éléments en calcaire de petites ou moyennes dimensions noyés dans du sable et de l'argile. L'état de conservation particulièrement remarquable des planches en sapin du caisson atteste la mise en place précoce de ce remblai, vraisemblablement dans la phase finale des travaux de construction. Au-delà des pieux 100, sur une largeur de 1 à 3 m, sont placés de véritables enrochements constitués de blocs, essentiellement en calcaire, de grandes dimensions et disposés de manière souvent anarchique à l'exception d'une série de petits blocs quadrangulaires placés horizontalement à une profondeur moyenne de 5,60 m : ce niveau pourrait correspondre à celui du fond de la rivière à cet endroit, au moment des travaux (fig. 4 et 5).

L'ensemble de cette zone a été marqué par un nombre restreint de découvertes : quelques tessons de céramique, une casserole en bronze, ainsi qu'une vingtaine d'outils et de monnaies. La localisation de ces trouvailles mérite attention ; hormis quelques objets découverts entre la pile et la paroi du caisson, on observe une absence totale de vestiges jusqu'à la base du remblai entre le caisson et la ligne des pieux 100, l'ensemble des découvertes montrant un alignement dans l'axe des pieux. On peut en conclure que pendant les travaux de construction, la zone comprise entre le caisson et la digue était vide de remblais et que les rares objets, jetés ou perdus, ont été entraînés par le courant ou déposés à l'abri des pieux délimitant la digue. Il n'est pas indifférent d'observer que ces objets n'ont pas été découverts à la même profondeur. Entre les pieux n^{os} 102 et 103 ils se situent entre 4,75 m et 5 m sous le niveau d'eau actuel, alors qu'immédiatement à l'aval, aux alentours du pieu n^o 104, ils ont été trouvés entre 5,50 m et 5,70 m. Cette brutale différence de niveau reflète très probablement la pente marquée par les enrochements, avec un important talutage en direction de l'aval.

Au niveau du corps de pile et de la crèche, la nécessité de dégager les deux bateaux romains découverts en 1996 nous a amenés à procéder à l'enlèvement, sur une cinquantaine de mètres carrés et une hauteur

moyenne de 3 m, d'un nombre considérable de gros blocs d'enrochements disposés de manière totalement désordonnée et colmatés par du sable et de l'argile. Jusqu'à la profondeur de 5,70 m, les vestiges archéologiques recueillis parmi les blocs se sont révélés hétéroclites ; céramiques et monnaies romaines côtoyant des armes ainsi que des tessons et vases entiers d'époques mérovingienne et carolingienne. Deux scramasaxes ainsi qu'une dizaine de haches en fer ont notamment été mis au jour entre ou sous les blocs. La présence de ces différents éléments du haut Moyen Âge, attribuables à une période que l'on peut situer entre le VI^e et le VIII^e s., semblerait indiquer que c'est durant ce laps de temps que furent mis en place des enrochements visant à barrer partiellement le cours de la rivière dans sa partie médiane entre les piles n^{os} 3 et 4. En effet, les relevés du XVIII^e s., ainsi qu'une photographie du XIX^e s. antérieure au relèvement du niveau de la rivière par la construction de barrages, mais aussi des plans et profils établis en 1938 par le service de la Navigation ou encore les terrassements opérés en 1992 attestent que le niveau supérieur des enrochements du haut Moyen Âge dépassait de plus de 1 m le niveau d'étiage antique et, de ce fait, interdisait ou entravait considérablement la navigation.

Sous les enrochements, à une profondeur comprise entre 1,20 m et 1,80 m au-dessous de l'étiage antique, un niveau de sédiments fins, riche en bois travaillés, monnaies, outils et céramiques d'époque romaine, est considéré comme étant le niveau d'abandon du chantier après la construction de la pile. C'est dans ce niveau que reposait, fortement inclinée vers l'aval sous le poids des blocs, la paroi démontée du caisson étanche. Sur toute la superficie de cette zone, la présence de dépôts carbonatés a été observée à la surface de blocs, de meules romaines ou d'objets divers, mais aussi sur une couche de graviers en bordure du caisson ainsi que sur la paroi même du caisson. Il semble donc attesté qu'entre la phase d'abandon du chantier et la période de mise en place des premiers blocs, quelques siècles plus tard, tous ces vestiges sont restés au fond de la rivière, au pied du talus édifié pour protéger l'avant-bec de la pile, sans être recouverts par les sédiments. L'étude de ces dépôts, confiée à E. Verrechia, devrait permettre de montrer dans quelles conditions ils se sont formés et notamment s'ils sont susceptibles de correspondre à un éventuel changement du niveau d'eau survenu au cours du Bas-Empire.

LES ANALYSES DENDROCHRONOLOGIQUES

Les mesures réalisées à ce jour à partir de plusieurs dizaines de prélèvements effectués sur toutes les parties de l'ouvrage n'apportent pas de réponse quant à la date de construction du pont à piles de pierre. Le remploi massif de bois (pieux de la crèche et pieux courts de fondation) appartenant à la fin du I^{er} s. de notre ère autorise à émettre l'hypothèse de l'existence d'un pont datant de cette période. Catherine Lavier, du laboratoire de Chrono-Écologie de l'université de Franche-Comté, écrit à ce sujet :

« Les premières analyses ont porté sur une sélection de bois issus de la base de la pile n^o 3 [...]. Elles concernent des pieux de stabilisation du sol à l'aval et sous la pile, des planches du caisson étanche réalisé pour la mise hors d'eau du chantier ainsi que des pieux de la crèche. Tous en chêne (*Quercus sp.*) à l'exception des planches des côtés latéraux du caisson, en sapin (*Abies alba*).

« Les bois de la première phase correspondent à des arbres âgés, pour la plupart, de l'ordre de 200 ans au moment de leur abattage entre 79 et 95 après J.-C. : la fourchette ne peut actuellement être réduite du fait, d'une part, du façonnage des pièces qui ne comportent alors plus d'aubier, et, d'autre part, de la conservation partielle de l'aubier sur certaines autres, seulement 10 % du lot (Lambert, 1996). Le choix des arbres âgés à croissance lente se révèle intentionnel et s'accorde à ce qui a déjà été observé sur d'autres structures romaines telles que pont (Girardclos, 1992), sanctuaire (Locatelli, 1995) ou habitat (Jacquet *et al.*, 1995), par exemple.

« Les bois de la seconde phase (du début du III^e s. après J.-C.) correspondent à l'utilisation de bois jeunes (de 40 à 70 ans environ) à croissance forte. Les séries de ces arbres sont difficilement synchronisables et ne permettent pas actuellement de faire la jonction avec la chronologie établie avec les bois du premier pont. »

Néanmoins, un certain nombre d'indices précis permettent d'affirmer qu'un voire même peut-être deux ponts de bois ont été en usage antérieurement à l'ouvrage à piles de pierre. L'exemple de Trèves (Cüppers, 1983, p. 291) montre que, dès 17 avant notre ère, un premier pont de bois fut édifié à l'emplacement d'un passage à gué, puis en 71 de notre ère, un pont à piles de pierre sur pilotis de bois fut construit dans l'axe du précédent, avant qu'un troisième pont, fondé sur le substrat rocheux, ne

soit établi en 144, toujours rigoureusement dans l'axe des précédents. À Chalon, il serait étonnant que l'on ait attendu le début du III^e s. (alors que les témoignages archéologiques attestent l'existence de la ville à son emplacement actuel depuis l'époque augustéenne) pour remplacer le gué du Port Villiers par un pont à piles de pierre. Un premier indice de l'existence d'un pont de bois, au plus tard dès la fin du I^{er} s. de notre ère, est fourni par le résultat des datations dendrochronologiques : l'ensemble des pieux utilisés pour la construction de la pile n° 3 appartient à la fin du I^{er} s., alors que l'ouvrage, on le verra, n'a pas pu être mis en place avant le début du III^e s. Il s'agit donc indubitablement de bois de récupération. Le deuxième indice provient du fait que les grands sabots de pieux, découverts en 1952 par L. Armand-Calliat à l'emplacement de la pile n° 2, sont beaucoup plus longs que ceux des pieux de la crèche et correspondent donc à des pieux enfoncés plus profondément, vraisemblablement jusqu'à l'argile située à environ 8,50 m sous le niveau d'étiage antique (fig. 3). Ces pieux, on l'a vu, n'ont aucun rapport avec la pile n° 3 et ne peuvent qu'appartenir à un ouvrage en bois. Le troisième indice est constitué par la présence, observée tant à l'avant-bec que sous la pile ou encore à l'aval de la crèche, d'un important affouillement comblé de sable fin riche en éléments végétaux, à une profondeur comprise entre 2 et 4 m sous l'étiage antique. Un tel affouillement, dans une partie rectiligne du cours de la rivière, n'a pu être provoqué que par la présence d'un obstacle, par exemple une pile de pont. Cet affouillement a pu se constituer autour de l'ensemble des pieux d'une pile en bois. Dans le remplissage a été découvert un abondant mobilier céramique : sigillée, amphores et céramiques communes originaires des ateliers chalonnais de Saint-Jean-des-Vignes (Joly, 1990 ; Monthel, 1996a), daté du milieu du I^{er} s. de notre ère et, de ce fait, nettement antérieur aux pieux eux-mêmes. Cet ensemble céramique pourrait avoir appartenu au chargement de deux grands bateaux, longs d'une quinzaine de mètres, également retrouvés dans le remplissage de l'affouillement et disposés de chant, bloqués entre des pieux, notamment les pieux n°s 103 et 104. Il semble qu'à peu de choses près la pile en pierre se superpose à la pile en bois du pont de la fin du I^{er} s., ce qui implique un arasement quasi total des pieux de cet ouvrage et pourrait expliquer le emploi massif des bois.

Un tel schéma expliquerait la réutilisation et la conservation d'une partie des bois tout en gardant la

base des pieux, aussi bien pour édifier la digue que pour stabiliser les fondations de la pile. Seule l'extraction systématique des pieux situés à l'avant-bec et sous la pile permettra d'identifier ceux ayant pu appartenir à un pont de bois, du fait de leur niveau d'enfoncement beaucoup plus important et de la présence de grands sabots métalliques. À ce jour, une seule tentative, infructueuse, a été réalisée sur le pieu n° 104 dont le niveau d'enfoncement semble dépasser très nettement celui des pieux de la crèche et, à plus forte raison, celui des pieux courts observés sous le caisson. Une telle vérification ne pourra intervenir qu'après l'enlèvement des deux bateaux prévus lors des campagnes 1999 et 2000.

QUELQUES TROUVAILLES ARCHÉOLOGIQUES SIGNIFICATIVES

L'étude détaillée du mobilier découvert au cours de ces cinq années de fouille dépasse le cadre de cette étude. On ne retiendra ici que les principaux éléments susceptibles d'apporter des informations d'ordre chronologique ou encore relatives à l'outillage, ainsi qu'aux techniques de construction mises en œuvre.

Avant d'aborder l'examen des trouvailles, il n'est pas inutile de s'attacher à leur localisation géographique. En effet, sur une superficie restreinte, nous constatons l'existence, à un même niveau, d'importantes différences chronologiques et nous nous trouvons, de ce fait, amenés à raisonner secteur par secteur afin de prendre en compte les diverses phases de travaux mais aussi les apports ou terrassements successifs qui ont marqué l'histoire du site sur près de 2000 ans.

Dès le début des fouilles, le remplissage de la crèche tel qu'il nous est apparu vers 4,60 m sous le niveau d'eau actuel, à la limite inférieure des perturbations occasionnées par l'engin de terrassement, nous a semblé homogène, avec présence exclusive de fragments de tuiles et d'amphores d'époque romaine. Ceci ne saurait surprendre puisque la poursuite des recherches a montré que les remblais de la crèche avaient été mis en place après la destruction partielle du caisson étanche, antérieurement à la construction de l'élévation de la pile. Ces remblais ont donc scellé les vestiges déposés dans le niveau d'inondation sur le plancher du caisson étanche ; leur datation revêt de ce fait une importance évidente. On peut supposer que leur niveau initial dépassait le

niveau d'étiage antique : aucune trace de dépôt carbonaté n'a en effet été observée sur les blocs de la troisième assise, à l'aval de la pile, du fait de l'élévation des remblais antiques accumulés à cet endroit. Reposant au contact du fond du caisson étanche ou dans le remplissage du niveau d'inondation, ont été trouvés des tessons de céramique à paroi fine attribuables à la fin du II^e s. et au début du III^e s. de notre ère. Cinq monnaies de bronze dont deux dupondius très usés, attribués par J. Meisssonier aux I^{er}-II^e s. de notre ère, un dupondius à l'effigie de Trajan, un sesterce de Marc Aurèle ou de Lucius Verus, ainsi qu'un as de Commode ont été recueillis dans ce même horizon. Effectuées en milieu clos, ces trouvailles, aussi modestes soient-elles, montrent que les travaux n'ont pu être réalisés antérieurement à la fin du II^e s., et plus probablement même avant le début du III^e s. de notre ère.

À l'amont du chantier, rive droite, quelques rares éléments antiques ont été mis au jour entre la pile et le caisson, ou encore parmi les restes d'enrochements. Au-delà de ces derniers, on rencontre des vestiges médiévaux ou modernes jusqu'à une profondeur de 6 m avant de trouver le sommet du remplissage de l'affouillement du I^{er} s. Rive gauche, sur le côté opposé de l'avant-bec, les trouvailles ont été peu nombreuses mais sont demeurées en place depuis l'Antiquité, protégées par les remblais déposés entre la pile et la digue dès la fin des travaux de construction. Le secteur de loin le plus riche en découvertes, dans lequel se sont trouvés piégés de nombreux objets de petite taille entraînés par le courant (monnaies et outils notamment), correspond à la dépression située en bordure de la pile et de la crèche à l'arrière du talus de protection édifié à l'avant-bec, dépression restée ouverte jusqu'à la mise en place des enrochements à l'époque mérovingienne. Les vestiges rencontrés au fond de cette fosse sont en majorité des objets perdus ou jetés là à une époque proche de la période de construction de la pile – on peut notamment s'interroger sur les raisons de la présence d'un nombre aussi élevé de monnaies – avec toutefois de rares objets protohistoriques mais aussi quelques monnaies des III^e et IV^e s. Il convient enfin de noter, sur la pile même, une découverte qui pourrait s'avérer particulièrement importante : il s'agit d'un denier à l'effigie de Julia Maesa, frappé sous le règne d'Élagabal (218-222) ; trouvée dans le lit de mortier entre la deuxième et la troisième assises de grès, cette monnaie, en parfait état de conservation contrairement

à la grande majorité des autres, pourrait bien avoir été placée là intentionnellement et dater ainsi la construction de l'édifice. Si elle ne nous fournit pas de certitude quant à la datation exacte de l'ouvrage elle n'en constitue pas moins un bon témoignage *post quem*.

Il semble désormais acquis que le pont à piles de pierre de Chalon a bien été construit au cours des premières décades du III^e s. Sur 116 monnaies recueillies au cours de la fouille et ayant pu faire l'objet d'une identification précise de la part de J. Meisssonier, 91 appartiennent au I^{er} et surtout au II^e s. de notre ère. Vingt-cinq seulement sont postérieures au règne d'Élagabal et s'échelonnent jusqu'à la fin du IV^e s. L'ensemble de ces pièces tardives a été recueilli sous les enrochements du haut Moyen Âge. Peu abondante et ordinairement très fragmentée, la céramique confirme les indications fournies par les monnaies puisque, hormis les éléments du I^{er} s. mis au jour dans le remplissage de l'affouillement, les autres trouvailles, en particulier celles qui ont été faites dans le niveau d'inondation sous les remblais de la crèche, s'apparentent étroitement aux découvertes effectuées sur les sites portuaires chalonnais du Port Guillot ou du Petit-Creusot, datés de la fin du II^e s. et des débuts du III^e s. (Bonnamour, 1996 ; Monthel, 1996b) : gobelets à paroi fine et décors de dépressions ou de guillochures (fig. 15, n^{os} 1 et 2) côtoient des céramiques à décor estampé (fig. 15, n^{os} 5 et 6), produites à Autun (Creuzenet, 1996). Parmi la céramique commune, on note la présence de fragments de bouilloires à bec pincé (fig. 15, n^o 8) (Battigne, Desbat, 1996 ; Durost, 1998), de jattes tripodes à panse engobée ou micacée (fig. 15, n^o 9), ou encore celle d'un petit gobelet tripode à déversoir phallique, de fabrication locale (fig. 15, n^o 7). Dans l'attente d'éventuelles précisions apportées par la dendrochronologie, on peut donc admettre que les piles de pierre du pont de Chalon ont bien été édifiées dans les premières décades du III^e s., sans doute aux alentours de l'an 200, comme semble l'indiquer le denier de Julia Maesa.

Outils et accessoires divers liés aux travaux de construction ont été retrouvés en grand nombre, ce qui n'est guère étonnant sur un chantier de ce type où la récupération d'un outil tombé à l'eau est souvent aléatoire.

Le travail des métaux est le moins bien représenté sur le site. Seuls un marteau de forgeron (fig. 16, n^o 5) (Halbout *et al.*, 1986, n^o 251) et une petite lime à quatre

Fig. 15 – Céramiques contemporaines de la période de construction de la pile.

Fig. 16 – Outils en fer pour le travail du bois (1, 2, 4, 6), de la pierre (3, 7, 8), du fer (5) et une chaîne peut-être utilisée sur un engin de levage (9).

Fig. 17 – Outils en fer trouvés lors de la fouille : 1, plomb de fil à plomb en fer et en bronze ; 2, plomb de fil en plomb, en plomb et fer ; 3, lime en fer ; 4, spatule en fer ; 5, truelle en fer ; 6-8, ciseaux à pierre en fer ; 9, 10, petits ciseaux à pierre, ou gravelets, en fer.

faces (fig. 17, n° 3), sans doute utilisée pour l'affûtage des outils de tranche, ont pu être identifiés. Le remplissage de la crèche a toutefois livré quelques résidus d'écumage de creusets de plomb, des charbons de bois, ainsi que des fragments de tuile vitrifiée en relation probable avec une forge, dont la présence sur place était indispensable pour la fusion du plomb utilisé pour les scellements.

Le travail du bois a laissé de plus nombreux témoignages. Plusieurs centaines de clous, d'une longueur

allant de 4,2 cm à 39,3 cm, ont été découverts. Ils présentent une grande diversité, tant en ce qui concerne leur section que la forme des têtes, plate ou conique (fig. 18). Un examen des marques laissées à la fabrication sous les têtes montre l'usage de plusieurs « cloutières » distinctes (Arnold, 1992, p. 62-70). Sous la tête d'un spécimen à tête plate, d'une longueur de 27,9 cm, se remarque la présence de 14 globules en relief. Cette caractéristique est ordinairement considérée comme spécifique de la charpenterie navale pour la fixation des

Fig. 18 – Divers types de clous utilisés pour la construction de la pile.

Fig. 19 – Outils en fer trouvés lors de la fouille : 1-3, louves et coin de blocage en fer ; 4, 5, arrache-clous ; 6-8, gouppilles.

Fig. 20 – Sabots en fer utilisés pour armer les pieux de la crèche : 1, 2, type à trois branches et pointe conique ; 3, 4, type à quatre branches et pointe pyramidale.

plaques de doublage en plomb sur les coques (Feugère, 1990, carte 17-27), mais la taille du clou, tout comme son utilisation sur le chantier de construction du pont posent plus de problèmes dans le cas de Chalon. Signalons également la présence de deux pieds-de-biche doubles (fig. 19, n° 4 et 5) tout à fait identiques à un exemplaire sensiblement contemporain découvert en Normandie (Halbout *et al.*, 1986, n° 8), deux haches (fig. 16, n° 4 et 6), une lame d'herminette brisée (fig. 16, n° 2) et surtout une herminette entière (fig. 16, n° 1). L'emmanchement très particulier de cet outil permet de dissocier très facilement la lame de l'ensemble manche-étrier d'un simple coup de marteau, et d'utiliser alors la lame seule comme ciseau à bois. Originaire de Méditerranée orientale, ce type d'outil a été rencontré à plusieurs reprises parmi le matériel de bord sur des épaves découvertes en Méditerranée (Matthäus, 1984, p. 85-130).

Il convient de mentionner ici les sabots métalliques qui armaient les pointes d'un certain nombre de pieux de la crèche. Leur longueur varie de 41 cm à 74 cm, mais dans la majeure partie des cas, elle est inférieure à 50 cm,

ce qui permet de les différencier des pieux du premier (?) pont de bois découvert en 1952 et dont la longueur peut atteindre 1 m. Sur les pieux de la crèche de la pile n° 3, on observe l'usage conjoint de sabots à pointe pyramidale, munis chacun de quatre languettes fixées par deux clous, et aussi de sabots plus longs et plus fragiles à pointe conique, pourvus de trois languettes, chacune percée de trois clous (fig. 20).

Maçonnerie et travail de la pierre sont les deux activités les mieux représentées sur le site. Elles sont étroitement liées aux moyens mis en œuvre pour le levage des blocs de pierre et des matériaux lourds. Dans ce domaine également, la fouille a apporté quelques indices intéressants.

Les activités de maçonnerie sont illustrées sur le chantier par des plombs de fils à plomb, une truelle, une spatule ainsi que par plusieurs dizaines de crampons métalliques utilisés pour l'assemblage des blocs. D'un diamètre de 4 cm pour une hauteur de 6 cm et de forme conique, le premier plomb est assez fruste ; il était muni à sa partie supérieure d'un petit anneau en fer (fig. 17,

Fig. 21 – Quelques crampons utilisés pour l'assemblage des blocs présentés avec ou sans leur plomb de scellement et de protection.

n° 2). Beaucoup plus élaboré, le second plomb correspond à notre moderne « fil à plomb d'architecte » ; il est constitué de quatre éléments superposés alternativement en bronze et en fer, avec une pointe en fer et un bouton sommital en bronze muni d'une perforation transversale (fig. 17, n° 1). Une truelle à soie, longue de 25,6 cm, a également été mise au jour (fig. 17, n° 5) ; elle présente une lame ovale, légèrement cintrée dans le sens longitudinal et transversal. Plus énigmatique est une petite spatule munie d'une longue soie carrée et d'une lame en forme de spatule à section massive, qui a pu être utilisée pour lisser les joints (fig. 17, n° 4). Plusieurs dizaines de crampons ont également été recueillis dans le remblai de la crèche mais surtout lors du démontage partiel de la pile. Soixante-sept d'entre eux, intacts et entièrement

dépourvus de leur plomb, ont pu faire l'objet de mesures précises qui ont montré une grande diversité de dimensions et de poids (fig. 21 et 22). Il ne semble donc pas que l'on ait eu recours pour leur fabrication à un module de lingot précis. Par ailleurs, le nettoyage systématique des crampons et fragments découverts a montré l'absence d'estampillage sur l'ensemble de la série. La présence éventuelle d'estampilles aurait en effet pu permettre d'établir d'utiles comparaisons et, peut-être, de démontrer l'existence d'un commerce fluvial le long de l'axe Rhône-Saône (Long, 1997).

Le travail de la pierre a livré une intéressante série d'outils au nombre desquels J.-C. Bessac a pu identifier une massette à têtes fortement émoussées et perforation circulaire de faible diamètre (fig. 16, n° 3), un marteau-

Fig. 22 – Rapport longueur/poids de 67 crampons de scellement provenant de la pile n° 3. La taille des crampons ne semble pas standardisée.

têtu de type tête-pic (fig. 16, n° 8), cinq ciseaux ou ciselets (fig. 17, n° 6-10), ainsi qu'un curieux marteau grain d'orge long de 14,9 cm et muni, sur chacun de ses taillants, respectivement de 8 et 10 dents (fig. 16, n° 7). Peu courant puisque connu jusqu'alors par quatre spécimens (Bessac, 1996) dont trois découverts sur une épave de marbres antiques à Porto Novo (Bernard *et al.*, 1997, fig. 5), cet outil, tout comme l'herminette à manche fixé par un système d'étrier, ne relève pas d'une tradition locale : originaire de Méditerranée orientale, elle implique le recours possible à une main-d'œuvre spécialisée issue de cette partie du monde antique.

Le travail de la pierre est étroitement lié aux techniques de levage des blocs. La fouille a livré quelques éléments étroitement associés à ce type d'activité. Ce sont d'abord deux demi-louves de forme légèrement trapézoïdale, munies à leur partie supérieure d'un fort ergot de préhension (fig. 19, n° 1 et 3). Longue de 17,5 cm, la plus courte des deux présente une tête écrasée par les coups de marteau donnés afin de la désolidariser des blocs après emploi. Associé à ces demi-louves, un coin de blocage en fer, d'une longueur de 23,5 cm (fig. 19, n° 2), a également été recueilli. Une chaîne, longue de 199 cm, constituée de 22 maillons ovales et munie à l'une de ses extrémités d'un gros anneau, à l'autre d'un crochet, pourrait avoir équipé un engin de levage comme cela était encore le cas aux époques médiévale et moderne (fig. 16, n° 9). Trois grandes chevilles en fer, d'une longueur comprise entre 25,20 cm et 28,80 cm et d'un

diamètre de 2 à 2,2 cm (fig. 19, n° 6-8), ont également été mises au jour. Elles sont pourvues d'une tête conique ou tronconique et présentent à leur extrémité inférieure une perforation quadrangulaire ou ovale destinée au passage d'une goupille. On peut penser que ces pièces étaient utilisées pour l'assemblage des engins de chantier, sonnettes et roues de levage, obligatoirement démontables car elles devaient pouvoir être aisément déplacées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Le niveau d'abandon du chantier a livré diverses pièces de bois équarries dont une présente une mortaise. À ce niveau, à proximité du pieu n° 104, a également été recueillie la moitié d'un axe de roue en chêne avec restes de rayons médians (fig. 5). D'une longueur de 1,17 m, cet axe avait un diamètre de 0,56 m. À chacune de ses extrémités, on observe la trace de frettes en fer. L'assemblage des deux demi-roues était en outre renforcé par quatre pièces de bois en forme de queue-d'aronde, mais il ne semble pas qu'il ait comporté d'autre partie métallique... On peut supposer que cet axe de roue était simplement posé sur un système de berceau en bois, peu différent d'un engin primitif mais efficace et encore utilisé sur la Saône au début du XX^e s. pour le renflouement des bateaux coulés. Cet axe de roue en bois avec frettes en fer n'est pas sans présenter certaines analogies avec des engins de levage de type « chèvres » utilisés à la fin du Moyen Âge pour la construction des piles du pont de la Guillotière à Lyon où il est notamment fait référence à « [...] 2 bandes de fer pour lyer le tour de la chèvre [...] » (Burnouf *et al.*, 1991, p. 121).

*

* *

L'ouvrage de V. Galliazzo recense 931 ponts antiques, répartis sur l'ensemble du monde romain, dont 460 en Italie et 71 en France (Galliazzo, 1994). Sur ce nombre, un seul pont à piles de pierre, en l'occurrence le troisième pont de Trèves avait à ce jour fait l'objet d'une étude approfondie portant sur les parties immergées de l'ouvrage (Cüppers, 1969). À ce titre, la fouille de Chalon apporte donc une utile contribution à la connaissance de ce type d'édifice. Il faut toutefois se garder de considérer les observations faites sur la pile n° 3 du pont de Chalon comme un modèle universel. La technologie utilisée ici pour la mise à sec du chantier diffère en effet notablement de celle observée à Trèves, où l'on a eu recours à des batardeaux. Dans le cas du pont de Chalon, il serait

intéressant de savoir si l'on a utilisé des caissons étanches pour la construction des cinq piles ou si cette technologie particulière a seulement été mise en œuvre à l'emplacement de la pile n° 3 du fait de l'importance de l'affouillement rencontré à cet endroit. Quoi qu'il en soit, la technique du caisson étanche attestée ici au début du III^e s. de notre ère perdurera aux époques médiévale et moderne (Mesqui, 1986, p. 286, fig. 258).

L'étude des ponts romains de Chalon, comme celle du passage à gué qui les a précédés (Dumont, 1997), offre encore d'intéressantes possibilités. Pour nous en tenir au seul pont à piles de pierre, on peut penser que la pile n° 1 subsiste fort probablement en élévation sous les remblais mis en place au XVIII^e s. sur la rive droite de la rivière pour la construction du quai. La pile n° 2, située en partie à l'emplacement de la pile de rive droite de l'ouvrage actuel, a de ce fait été détruite partiellement, voire totalement, lors de la réalisation des travaux de fondation dans les années 1950. La pile n° 3 a, nous l'avons vu, été partiellement démontée pour les besoins de l'étude, mais présente encore de nombreuses possibilités d'observations notamment en ce qui concerne les pieux de la crèche, le fond du caisson et l'examen du pont de bois sous-jacent. La pile n° 4 a subi en 1992 des dégradations sensiblement équivalentes à celles de la pile n° 3 puisque, située comme cette dernière dans le chenal de navigation, elle a été arasée à un niveau compris entre 3,50 m et 4 m sous le niveau d'eau actuel. Des observations en plongée ont montré la présence d'un certain nombre de pieux appartenant vraisemblablement à une crèche située à l'aval de la pile et l'on peut estimer que cette dernière se trouve conservée sur une hauteur équivalente à celle d'au moins trois assises avec de bonnes chances de rencontrer en place, comme à l'emplacement de la pile n° 3, les restes du système de mise à sec du chantier. Bien que située en dehors du chenal navigable à proximité de la rive gauche de la rivière, la pile n° 5 semble avoir été détruite en profondeur comme nous l'a montré un sondage réalisé au début de notre intervention sur le site à l'aide d'une puissante pelle mécanique montée sur ponton.

Dans l'immédiat, l'étude de la pile n° 4 apparaît donc comme susceptible d'apporter le maximum d'informations complémentaires quant à la connaissance du pont. Son étude approfondie permettrait notamment, par la présence ou l'absence de niveau d'inondation dans le remplissage de la crèche, de vérifier si les piles

n° 3 et 4 ont été construites simultanément ou successivement.

Cette étude permettrait également de voir quel système de mise à sec du chantier a été utilisé (batardeau classique ou caisson étanche ?) afin de mieux discerner l'incidence éventuelle de l'affouillement sur le choix de la technologie employée.

La recherche du ou des éventuels ponts de bois antérieurs au III^e s. s'inscrirait bien évidemment dans une telle démarche. La dendrochronologie montre en effet, nous l'avons vu, que le pont de bois situé sensiblement à l'emplacement du pont du III^e s. ne semble pas antérieur à la dernière décade du I^{er} s. de notre ère. Il serait de ce fait surprenant que durant près d'un siècle après la création à priori *ex nihilo* de la ville de Chalon on ait eu recours aux seuls passages à gué pour le franchissement de la rivière en direction de Besançon, Strasbourg et du *limes* rhénan. On peut supposer que, de même qu'à Trèves, la fondation de la ville romaine et la construction du premier pont de bois furent quasi simultanées. Un autre argument qui doit être pris en compte est la présence entre les pieux du ou de l'un des ponts de bois de deux épaves accompagnées d'un chargement attribuable au milieu du I^{er} s. Deux possibilités se présentent donc à nous : construction d'un premier pont de bois au cours de l'époque augustéenne, remplacé par un second ouvrage dans les années 90-95 ou construction d'un pont de bois au début du I^{er} s. (fig. 7), réparé vers 90-95 et totalement arasé à la fin du II^e s. Les bois remployés dans la construction du pont à piles de pierre au début du III^e s. pourraient provenir de ces travaux de reconstruction ou de restauration.

GLOSSAIRE

Avant-bec : partie amont de la pile, de forme ordinairement triangulaire ou arrondie, destinée à briser le courant et dévier les corps flottants.

Batardeau : paroi double ou triple remplie d'argile et constituant ordinairement une enceinte que l'on peut vider de son eau afin de pouvoir travailler au-dessous du niveau d'étiage.

Bouchain vif : pièce de bois monoxyle assurant la jonction à angle droit ou selon un angle légèrement

supérieur à 90°, entre le fond et le bordé d'une embarcation fluviale.

Calfatage : en matière de charpenterie navale, essentiellement fluviale, le calfatage consiste à rendre étanche, ordinairement grâce à l'emploi de bourrelets de fibres végétales placés en force, les joints entre les planches du fond comme des bordés.

Crèche : enceinte de pieux remplie de béton ou d'enrochements destinée à protéger tout ou partie d'une pile contre les affouillements (Mesqui, 1986, p. 290 ; Burnouf *et al.*, 1991, p. 191).

Étançon : montant vertical mortaisé dans la semelle à l'intérieur de la paroi verticale d'un caisson (Croizette-Desnoyers, 1849).

Étiage : le niveau d'étiage correspond au niveau moyen des basses eaux, sur la Saône au cours de l'été. En période de sécheresse exceptionnelle, le niveau d'eau peut descendre au-dessous du niveau d'étiage.

Étrave : forte pièce de bois verticale placée à la proue d'un bateau.

Membrure : pièce de chêne recourbée selon un angle égal ou légèrement supérieur à 90°, ordinairement taillée dans un départ de branche et utilisée,

dans la construction navale fluviale, pour renforcer la jonction entre le fond plat du bateau et les bordés. Sur la Saône, les membrures sont souvent appelées « courbes ».

Monoxyle assemblé : embarcation creusée dans un tronc et recoupée par le milieu dans l'axe longitudinal afin de pouvoir élargir le fond par adjonction de planches.

Plancher : constitué de planches disposées dans l'axe du caisson, le plancher se poursuit à l'emplacement de la crèche pour constituer une aire de travail et supporter un engin de levage.

Platelage : contrairement au plancher, le platelage n'occupait, à l'origine, que l'emplacement de la pile et n'était donc pas disposé sur l'ensemble du fond du caisson. Il était constitué de planches clouées transversalement sur le plancher.

Quille : planche centrale formant le fond du caisson et présentant une surépaisseur et un profil en forme de « T ». La quille est normalement absente des constructions traditionnelles propres à la Saône.

Semelle : terme emprunté à la description des caissons en charpente, sans fond, par Croizette-Desnoyers, 1849. Ces caissons étaient construits sur de fortes semelles destinées notamment à éviter la flexion des parois.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM J.-P.
1989 (2^e éd.) : *La construction romaine, matériaux et techniques*, Paris, Picard, 367 p.
- ARMAND-CALLIAT L.
1952 : Le pont romain de Chalon, *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 33, p. 53-63.
- ARNOLD B.
1992 : Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel, 1, *Archéologie neuchâteloise*, 12, 100 p.
- BATIGNE C., DESBAT A.
1996 : Un type particulier de « cruche », les bouillottes en céramique d'époque romaine (I^{er}-III^e siècle), in : *Actes du congrès de la Société française d'étude de la céramique antique en Gaule*, Dijon, 1996, p. 381-394.
- BERNARD H., BESSAC J.-C., MARDIKIAN P., FEUGÈRE M.
1997 : L'épave romaine de marbres de Porto Novo, *Journal of Roman Archaeology*, 11, p. 53-81.
- BESSAC J.-C.
1996 : *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, 14^e suppl. à la Revue archéologique de Narbonnaise, CNRS Éditions, 319 p.
- BONNAMOUR L.
1996 : Cluny, Montceau-les-Mines, Pierre-de-Bresse, Mâcon, Chalon-sur-Saône. Un passage de la Saône : le gué du Port Guillot, in : *30 ans d'archéologie en Saône-et-Loire*, Dijon, Temps Réel, p. 299-302.
1997 : Archéologie du lit mineur de la Saône : les recherches en Chalonnais, in : *Dynamique du paysage. Entretien de géoarchéologie*, Table ronde, Lyon, 17-18 nov. 1995, *Document d'archéologie en Rhône-Alpes*, 15, p. 151-168.
- BURNOUFF J., GUILHOT J.-O., MANDY M.-O., ORCEL C.
1991 : Le pont de la Guillotière. Franchir le Rhône à Lyon, *Documents d'archéologie en Rhône-Alpes*, 5, Lyon, Circonscription des antiquités historiques, 196 p.
- CARRE M.-B., JÉZÉGOU M.-P.
1984 : Pompes à chapelet sur des navires de l'Antiquité et du début du Moyen Âge, *Archaeonautica*, 4, p. 115-143.
- CREUZENET F.
1996 : La production des céramiques à Autun (Saône-et-Loire), in : *Actes du congrès de la Société française d'étude de la céramique antique en Gaule*, Dijon, 1996, p. 25-40.
- CROIZETTE-DESNOYERS
1849 : Notice sur divers procédés employés pour fonder des piles de ponts au moyen de caissons en charpente sans fond, *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e série, 9^e année, 5^e cahier Mém., XVIII, p. 128-176.
- CÜPPERS H.
1969 : Die Trierer Römerbrücken, Rheinisches Landesmuseum Trier, *Trierer Grabungen und Forschungen*, V, Mainz, Philipp von Zabern.
1983 : Le pont romain, in : *La civilisation romaine de la Moselle à la Sarre*, Catalogue d'exposition, Paris, musée du Luxembourg, 1983, Mayence, Philipp von Zabern, p. 290-291.
- DUMONT A.
1997 : *Les passages à gué de la Grande Saône*, thèse de Doctorat, univ. Lumière-Lyon 2, 3 vol. dactylographiés.
- DUROST R.
1998 : *Les bouillottes en céramique commune d'époque romaine découvertes en Saône*, mém. de Maîtrise d'archéologie, Dijon, univ. de Bourgogne, 2 vol., 78 p.
- FEUGÈRE M.
1990 : Petits mobiliers (de Lattes), faciès et comparaisons, in : Py M. (dir.), *Fouilles dans la ville antique de Lattes, les îlots 1, 3 et 4 - nord du quartier Saint-Sauveur*, Lattara, 3, p. 357-375.
- GALLIAZZO V.
1994 : *I ponti romani*, Treviso, éd. Canova, 2 vol. : 447 et 761 p.
- GIRARD-CLOS O.
1992 : *Datation de structures archéologiques en bois de Brognard (25) et essai de caractérisation par la dendrochronologie des relations homme-chêne au premier siècle de notre ère*, mém. de DEA en méthodes et techniques nouvelles en sciences humaines, Besançon, univ. de Franche-Comté.
- HALBOUT P., PILET C., VAUDOUR C.
1986 : *Corpus des objets domestiques et des armes en fer de Normandie, du I^{er} au XV^e siècles*, Cahiers des Annales de Normandie, 20, Centre archéologique de Normandie, 255 p.
- JACQUET G., LAMBERT G.-N., LAVIER C., MAZIMANN J.-P., SÉARA F.
1995 : Un établissement rural gallo-romain à Froty-lès-Lure (Haute-Saône), *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 46, 2, p. 319-348.
- JOLY M.
1990 : Un four de potier du I^{er} siècle trouvé à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire), in : *Actes du congrès de la Société française d'étude de la céramique antique en Gaule*, Mandeure-Mathey, 1990, p. 231-235.
- LAMBERT G.-N.
1996 : Recherche de signaux anthropiques dans des séries dendrochronologiques du Moyen Âge, in : *L'homme et la nature au Moyen Âge, paléo-environnement et sociétés européennes*, Actes du V^e congrès international de la Société

- d'archéologie médiévale, Grenoble, 1993, p. 143-150.
- LANGOUET L., MEURY J.-L.
1976 : Les éléments de la machinerie gallo-romaine d'Alet, *Dossiers du Centre régional d'archéologie d'Alet*, 4, p. 113-125.
- LOCATELLI C.
1995 : *Dendrochronologie de sites gallo-romains en région Centre : application à des structures en bois du site 033-LAUT à Tours (Indre-et-Loire)*, mém. de DEA en méthodes et techniques nouvelles en sciences humaines, Besançon, univ. de Franche-Comté, 69 p.
- LONG L.
1997 : Inventaire des épaves de Camargue, de l'Epinguette au Grand Rhône, des cargaisons de fer antiques aux gisements du XIX^e siècle, leur contribution à l'étude du paléorivage, in : *Actes du colloque 18 et 19 nov. 1995*, Groupe archéologique arlésien, Crau, Alpilles, Camargue, Histoire et archéologie, Arles, p. 59-115.
- MATTHÄUS H.
1984 : Untersuchungen zu Geräte- und Werkzeugformen aus der Umgebung von Pompei, zu ostmediterran-hellenistischen Traditionen im römischen Handwerk, *Bericht der Römisch-Germanische Kommission*, 65, p. 73-158.
- MESQUI J.
1986 : *Le pont en France avant le temps des ingénieurs*, Paris, Picard, 303 p.
- MONTHEL G.
1996a : Cluny, Montceau-les-Mines, Pierre-de-Bresse, Mâcon, Chalon-sur-Saône. Les ateliers de potiers gallo-romains, in : *30 ans d'archéologie en Saône-et-Loire*, Dijon, Temps Réel, p. 280-283.
- 1996b : Chalon-sur-Saône : le Petit Creusot, lit fossile de la Saône aux II^e et III^e siècles, in : *30 ans d'archéologie en Saône-et-Loire*, Dijon, Temps Réel, p. 296-299.
- ROUANET G.
1974 : Étude de quatre pompes à eau romaines provenant de l'épave Dramont D, *Cahiers d'archéologie sub-aquatique*, III, p. 64-79.
- SABLAYROLLES R., LACOUR M.
1988 : La pompe romaine de Périgueux, *Aquitania*, VI, p. 141-155.
- TREMEAU B.
1990 : Le Grand Pont de Saône, *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 58, p. 197-260.