



**HAL**  
open science

## Les bateaux du pont romain de Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire) : des témoins de l'évolution des techniques de construction navale au Ier s. apr. J.-C.

Catherine Lonchambon, Louis Bonnamour, Jacques Connan, Philippe Thômé,  
Catherine Michel

### ► To cite this version:

Catherine Lonchambon, Louis Bonnamour, Jacques Connan, Philippe Thômé, Catherine Michel. Les bateaux du pont romain de Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire) : des témoins de l'évolution des techniques de construction navale au Ier s. apr. J.-C.. Gallia - Archéologie de la France antique, 2009, 66 (2), pp.59-112. 10.3406/galia.2009.3367 . hal-01899020

**HAL Id: hal-01899020**

**<https://hal.science/hal-01899020>**

Submitted on 19 Dec 2019

**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 BATEAUX DU PONT ROMAIN DE CHALON-SUR-SAÔNE (SAÔNE-ET-LOIRE)

*Des témoins de l'évolution des techniques de construction navale  
au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C.*

Catherine LONCHAMBON<sup>1</sup> et Louis BONNAMOUR<sup>2</sup>

avec la collaboration de Jacques CONNAN<sup>3</sup>, Philippe THÔMÉ<sup>4</sup> et Catherine MICHEL<sup>5</sup>

---

**Mots-clés.** *Batellerie, pirogue, chaland, monoxyle-assemblé, romano-celtique, monoxyle-étendu, assemblé à bouchain monoxyle.*

**Résumé.** *L'étude archéologique du pont romain de Chalon-sur-Saône a donné lieu, en 1996, à la découverte de deux embarcations ayant coulé, au milieu du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., contre la pile centrale du premier pont. La mieux conservée correspond à une pirogue d'une taille exceptionnelle : 15,50 m de longueur pour 1,62 m de largeur. L'autre, de type chaland, qui devait mesurer 14 m à 18 m de longueur pour 2,30 m de largeur à l'origine, n'est conservée qu'au niveau de la partie médiane du fond, mais les comparaisons effectuées avec d'autres chalands de même type récemment découverts dans la Saône et le Rhône permettent d'en restituer les caractéristiques principales.*

*La présence conjointe d'une pirogue, qui relève d'une tradition de construction navale ancienne, et d'un chaland, plus novateur, confère au site un intérêt particulier et unique à ce jour, eu égard aux autres découvertes françaises. La place de ce chaland dans l'ensemble plus large des embarcations « gallo-romaines », et en particulier dans le sous-groupe « Rhône-Saône » défini par Eric Rieth, est envisagée.*

*Le système architectural dont il relève, a priori monoxyle-assemblé, et son origine sont discutés. Des propositions sont formulées quant aux concepts élaborés pour définir ces deux types d'embarcations.*

**Key-words.** *Lighterage, pirog, barge, "monoxyle-assemblé", Romano-Celtic, "monoxyle-étendu", "assemblé à bouchain monoxyle".*

**Abstract.** *During the archaeological study of the Roman bridge at Chalon-sur-Saône, two boats were uncovered in 1996: they had sunk against the central pile in the middle of the 1<sup>st</sup> century A.D. The best preserved boat was a pirog of an outstanding size : 15.50 m length and 1.62 m width. The other one was a kind of barge which originally must have been 14 m to 18 m long and 2.30 m wide and of which only the middle part of the bottom was preserved; but with comparisons with other similar barges recently found in the Saône and Rhône rivers, the general characteristics can be reconstructed.*

*The fact that both a pirog which belongs to traditional shipbuilding and a barge, more innovative, were found here is of a great interest for the site, unique nowadays, compared to other French discoveries. The place of the barge in the series of Gallo-Roman boats, and in particular within the subgroup "Rhône-Saône" as defined by Eric Rieth, is being discussed. The architectural system to which it belongs, a priori joint-monoxyl, and its origins are analyzed. To define these two types of boat propositions are made regarding the concepts involved.*

*Translation: Isabelle FAUDUET*

**Schlüsselwörter.** *Binnenschifffahrt, Einbaum, Lastkahn, "monoxyle-assemblé", römisch-keltisch, "monoxyle-étendu", "assemblé à bouchain monoxyle".*

**Zusammenfassung.** *Bei den archäologischen Untersuchungen an der römischen Brücke von Chalon-sur-Saône wurden 1996 zwei Wasserfahrzeuge entdeckt, die Mitte des 1. Jh. n. Chr. am Mittelpfeiler der ersten Brücke gesunken waren. Mit 15,50 m in*

---

1. Lafayette, Chemin d'Olivet, F-84400 Apt. Courriel : c.lonchambon@free.fr

2. Musée Denon, 3 rue Boichot, F-71100 Chalon-sur-Saône. Courriel : atelier.denon@chalonsursaone.fr

3. Laboratoire de géochimie bioorganique, Institut de chimie, UMR 7177 du CNRS, 25 rue Becquerel, F-67200 Strasbourg.  
Courriel : connan.jacques@orange.fr

4. Herskovits, Thomé et Tobie (HT<sub>2</sub>), Architecture navale et ingénierie maritime, 1 rue Du-Guesclin, F-44000 Nantes.  
Courriel : philippe.thome@architecture-navale.net

5. Musée Denon, 3 rue Boichot, F-71100 Chalon-sur-Saône. Courriel : atelier.denon@chalonsursaone.fr

*der Länge und einer Breite von 1,62 m entspricht das besser erhaltene Fahrzeug einem Einbaum außergewöhnlicher Größe. Das andere Wasserfahrzeug des Typs Lastkahn muss ursprünglich 14 m bis 18 m in der Länge und 2,30 m in der Breite gemessen haben, nur der untere Mittelteil ist erhalten; Vergleiche mit anderen kürzlich in der Saône und in der Rhone entdeckten Lastkähnen gleichen Typs ermöglichen es jedoch, seine Haupteigenschaften zu rekonstruieren.*

*Die Bedeutung dieser bis heute in Frankreich einzigartigen Funde beruht auf der Tatsache, dass nebeneinander ein Einbaum, der auf eine alte Schiffbautradition zurückgeht, und ein auf neueren Techniken basierender Lastkahn gefunden wurden. Die Einordnung des Lastkahns in die Reihe der „gallo-römischen“ Wasserfahrzeuge, und insbesondere in die von Eric Rieth definierte Untergruppe „Rhone-Saône“, ist geplant. Der Aufbau des Lastkahns, a priori ein mehrteiliges Monoxyll, und seine Herkunft werden diskutiert, darüberhinaus werden zu den Methoden, wie die beiden Schiffstypen zu bestimmen sind, Vorschläge unterbreitet.*

*Übersetzung: Isa ODENHARDT-DONVEZ*

En 1994, la tenue du 7<sup>e</sup> colloque international d'archéologie navale au Musée maritime de Tatihou (Manche) fut l'occasion de présenter un bilan des connaissances concernant les bateaux anciens de la Saône (Bonnamour, 1998). En dépit du rôle majeur joué par l'axe Rhône-Saône dans le commerce de la Gaule à la période antique, aucune épave romaine n'avait alors été identifiée sur le cours de la rivière. Débutée en 1994, la fouille de la pile centrale des ponts romains de Chalon-sur-Saône devait donner lieu, deux ans plus tard, à la découverte de deux grands bateaux. Une pirogue et un chaland reposaient, sur chant, au fond d'un affouillement situé sous l'avant-bec de la pile du III<sup>e</sup> s., en cours d'étude (Bonnamour dir., 2000, fig. 4 et 5). Les campagnes 1999 et 2000 ont permis d'en réaliser l'étude archéologique, tant sous l'eau dans des conditions particulièrement difficiles, qu'en surface.

À ce jour, seul le chaland a fait l'objet d'une publication (Lonchambon, 2000a et b). Depuis, la découverte de six bateaux d'époque romaine en bordure de la rive droite de la Saône à Lyon (Ayala *et al.*, 2005) et celle d'un autre chaland enfoui dans le Rhône en Arles (Long *et al.*, 2005 ; Marlier *et al.*, 2007) ont fourni une documentation significative permettant de mieux comprendre les caractéristiques des embarcations chalonnaises.

Le présent article a pour objectif premier de rendre compte des données qui ont été recueillies sur ces deux bateaux ; des comparaisons typologiques sont ensuite esquissées afin de situer ces deux épaves dans le contexte de la batellerie fluviale à l'époque gallo-romaine.

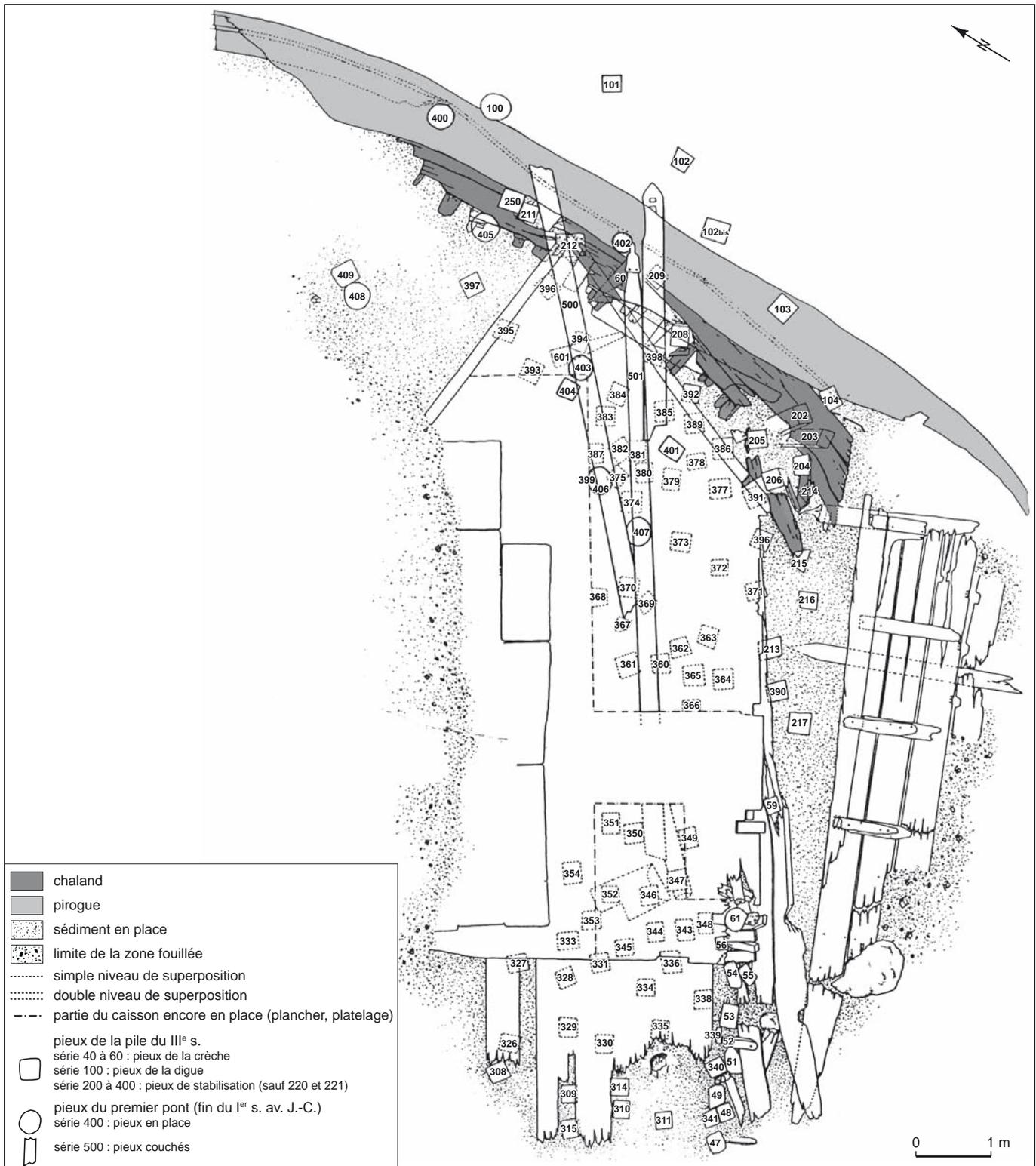
## BATEAUX ET PONTS ROMAINS DE CHALON-SUR-SAÔNE

L'étude des bateaux de Chalon ne peut se dissocier de l'histoire des ponts. Identifiée par L. Armand-Calliat à l'occasion des travaux de reconstruction du « grand pont de

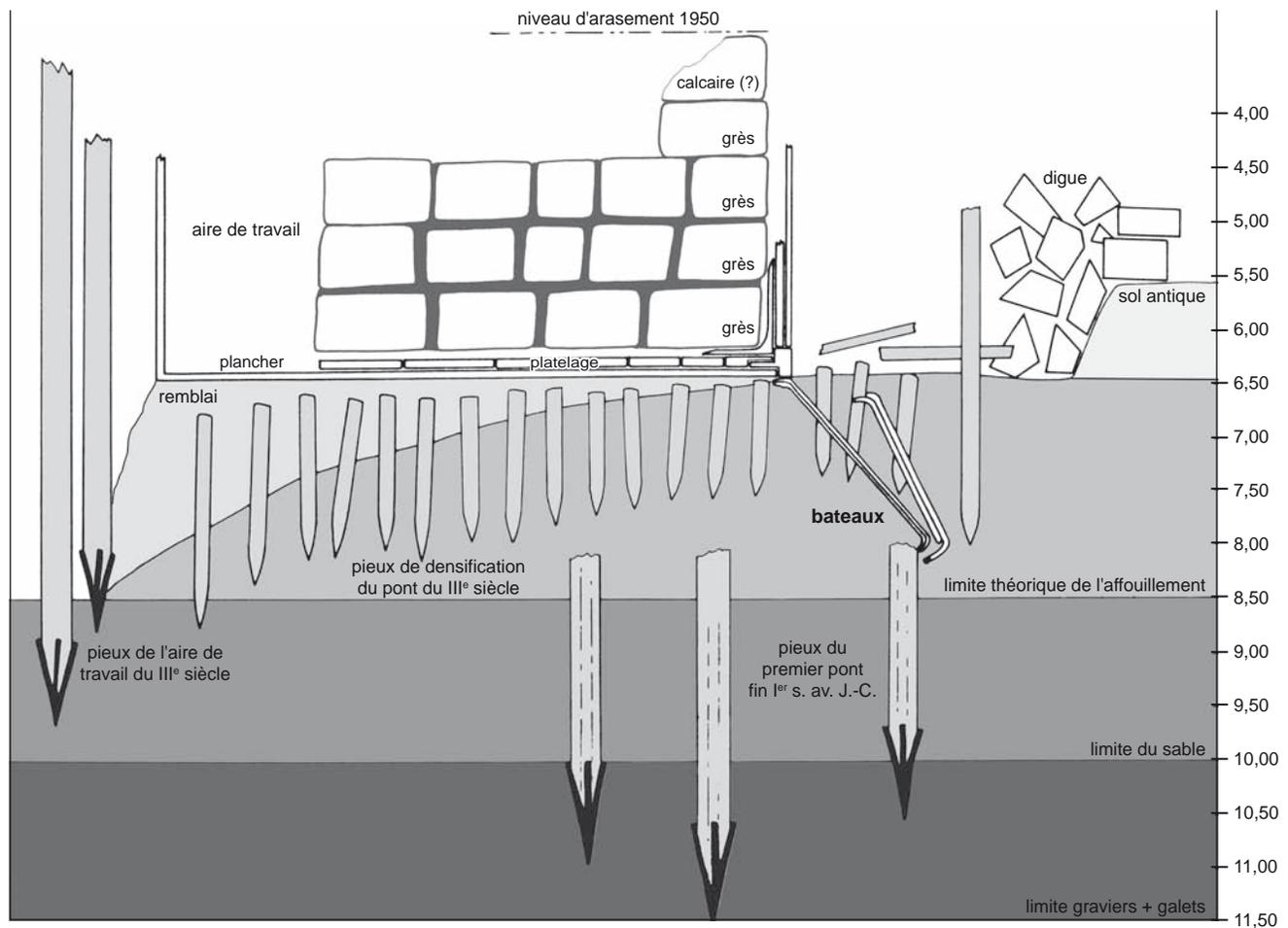
Saône » endommagé durant la Seconde Guerre mondiale, l'existence d'un pont à piles de pierre et tablier de bois, assez semblable au troisième pont de Trèves, donna lieu à une première publication (Armand-Calliat, 1952). Les recherches subaquatiques conduites entre 1994 et 2000 à l'emplacement de la pile centrale de ce pont, daté du III<sup>e</sup> s., ont permis de conclure que, de même qu'à Trèves (Cüppers, 1983, p. 291), cette pile en pierre appartenait également au troisième pont de Chalon et que, là aussi, deux ouvrages en bois avaient précédé la construction du pont à piles de pierre (fig. 1).

Nous sommes aujourd'hui en mesure d'affirmer, grâce aux données de la campagne de fouille 2000, qu'un premier pont de bois, occupant le même emplacement que celui construit au début du III<sup>e</sup> s., fut édifié vers la fin du I<sup>er</sup> s. av. J.-C., probablement en même temps qu'était mis en place le réseau routier d'Agrippa (datations dendrochronologiques en cours). Les pieux constituant la pile centrale de ce pont, retrouvés en 2000 sous la pile en pierre du III<sup>e</sup> s., ont été à l'origine de la formation d'un important affouillement au fond duquel se sont échoués quelques rares éléments céramiques attribuables à la fin du règne d'Auguste ou au début du règne de Tibère. Quelques dizaines d'années plus tard, les deux bateaux qui nous intéressent ici sont venus heurter l'avant-bec de la pile avant de couler, probablement avec leur chargement, au fond de l'affouillement. Disposés sur chant, parallèlement l'un à l'autre et transversalement par rapport à l'axe de la rivière (fig. 2), ils ont constitué un barrage qui a visiblement provoqué le comblement rapide de l'affouillement puisqu'aucun vestige attribuable au III<sup>e</sup> s., voire même au II<sup>e</sup> s. apr. J.-C., n'a été retrouvé dans le remplissage de l'affouillement. De ce fait, ce remplissage peut, à juste titre, être considéré comme un ensemble clos.

Si l'énorme volume d'enrochements accumulé tout autour de la pile du III<sup>e</sup> s. n'a pas permis de localiser avec certitude l'emplacement précis d'un second pont de bois, à l'amont ou plus vraisemblablement à l'aval immédiat des



**Fig. 1** – Chalon-sur-Saône, pile n° 3 du pont romain :  
 positionnement schématique des bateaux par rapport à la pile (DAO : C. Michel, musée Denon).



**Fig. 2** – Chalon-sur-Saône, pile n° 3 du pont romain : positionnement des bateaux en stratigraphie par rapport aux vestiges du premier et du troisième pont romain. État des observations à l'issue de la campagne de fouille 2000 (DAO : C. Michel, musée Denon).

deux ponts identifiés de manière certaine, son existence et sa datation n'en sont pas moins certaines. L'espérance de vie d'un pont en bois n'atteint ou ne dépasse en effet que rarement le siècle ; il est de ce fait inconcevable qu'un ouvrage mis en place peu avant notre ère ait pu rester en usage jusqu'au début du III<sup>e</sup> s. De même qu'à Trèves, où le premier pont de bois fut construit en 17 av. J.-C., le deuxième ouvrage, en pierre, mis en place en 71 apr. J.-C. puis remplacé dès 144 par un troisième pont, également construit en pierre (Cüppers, 1983), l'existence d'un second pont en bois à Chalon est donc tout à fait vraisemblable, sinon certaine. D'autant que l'ensemble des bois utilisés pour la construction des ouvrages annexes liés à la pile du III<sup>e</sup> s. (digue, plate-forme et enceinte de travail, pieux courts de densification des remblais), dont certains présentaient des traces manifestes de remploi, a unanimement été daté des années 95-98 apr. J.-C. par les analyses réalisées

au laboratoire de dendrochronologie de Besançon sur une importante série d'échantillons. On peut penser que ces bois de récupération proviennent du deuxième pont de Chalon. L'absence de relation directe avec les bateaux ne donne cependant pas d'indice probant pour caler la date du naufrage avant la réalisation de ce second pont de bois.

### LES CONDITIONS DE TRAVAIL SUR LES BATEAUX

Le travail en milieu subaquatique est, on le sait, souvent délicat. Dans le cas précis de l'étude des bateaux de Chalon notre intervention s'est déroulée dans des conditions quasi extrêmes : l'absence, à peu de choses près totale, de visibilité à une profondeur moyenne variant entre 6 m et 8,70 m, la situation des bateaux sous l'arche centrale du pont moderne en bordure du chenal de navigation, le positionnement subvertical des épaves qui fragilisait considérablement leur

dégagement et interdisait toute topographie précise et tout travail d'observation minutieux *in situ*, ont considérablement gêné le travail des archéologues.

Si ces deux embarcations paraissent n'avoir été que peu touchées par les travaux de terrassement liés à la construction de la pile du III<sup>e</sup> s., elles ont toutefois été traversées, et de ce fait endommagées, par plusieurs des pieux de densification du remblai sous-jacent au caisson de construction de la pile. Elles ont été ensuite recouvertes, sur une épaisseur moyenne de 2,50 m, par des blocs de récupération destinés à assurer la protection de la pile contre l'érosion. L'extraction de ces blocs qui, pour certains, pesaient plusieurs tonnes, a été réalisée à l'aide de « parachutes » ascensionnels gonflés à l'air. Cette opération longue et délicate était indispensable au dégagement des bateaux comme à la sécurité des archéologues-plongeurs.

Le choix de la méthodologie à adopter pour l'étude des bateaux de Chalon a été précédé d'une longue phase de réflexion et d'une concertation avec Béat Arnold, spécialisé dans l'étude de la batellerie antique (Arnold, 1992a et b, 1999), qui est intervenu en plongée à deux reprises, dès la découverte des bateaux. L'option de la remontée en surface des restes du chaland et du maintien sous l'eau de la pirogue, beaucoup plus longue et de ce fait plus fragile, fut adoptée, en même temps que le choix de la réalisation de relevés à l'échelle 1, sur films transparents, pour le chaland et au 1/10<sup>e</sup> pour la pirogue.

### CAMPAGNE 1999 : FOUILLE ET ÉTUDE DU CHALAND

La fragilité du chaland nous a contraints, avant toute tentative de manipulation, à le consolider par le clouage de certains éléments et par la pose d'étais provisoires destinés à réduire les risques de dislocation au moment du renflouement. Un plan schématique de l'embarcation avec numérotation des principales pièces demeurées en place ou désolidarisées a été réalisé *in situ*, afin de faciliter le remontage de l'ensemble.

L'enfoncement au travers du bateau de douze pieux de densification liés à la construction de la pile du pont du III<sup>e</sup> s. avait provoqué des zones de fracture ; elles ont été mises à profit pour la « découpe » de l'épave en quatre tronçons d'une longueur de 2 m à 2,50 m. Chaque tronçon a ensuite été glissé entre des treillis métalliques isolés à l'aide de plaques de mousse, puis placé sur un cadre rigide permettant sa sortie de l'eau et son acheminement jusqu'à un local spécialement aménagé pour sa conservation provisoire et

son étude. Replacés dans leur position d'origine à l'intérieur d'un bac et maintenus humides grâce à un système d'arrosage au goutte à goutte, les vestiges ont fait l'objet d'un relevé en plan, d'une coupe longitudinale et de coupes transversales, complétés par deux couvertures photogrammétriques comptant respectivement 150 et 250 clichés (fig. 3).



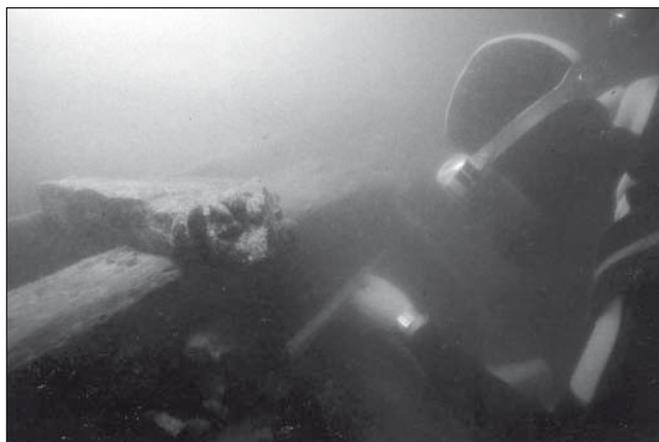
Fig. 3 – Montage photographique du chaland assemblé de Chalon-sur-Saône (cliché : musée Denon).

## CAMPAGNE 2000 : FOUILLE ET ÉTUDE DE LA PIROGUE

En 1998, lors du dégagement de la partie amont de la pile du III<sup>e</sup> s., l'instabilité des sédiments encaissants, essentiellement du sable fin, nous avait amenés à construire, par mesure de sécurité, une digue de protection constituée de trois rangs superposés de blocs antiques en gros appareil récupérés dans les remblais de protection de la pile. La base de cette digue reposait elle aussi sur du sable, à une profondeur moyenne de 6 m sous le niveau de l'eau. Très vite, le dégagement de la pirogue nous montra que cette dernière ne se terminait pas avant la digue comme nous le pensions, mais s'enfonçait sous cette dernière et semblait se poursuivre au-delà. Le travail de démontage et de reconstruction de la digue s'avérant irréalisable dans le cadre de la campagne 2000 (qui marquait le terme de notre intervention sur le site), nous fûmes contraints d'adopter des mesures moyennement satisfaisantes. Il fut décidé de scier le flanc du bateau qui se prolongeait sous la digue, depuis la limite du dégagement jusqu'à l'endroit où il s'était brisé sur le pieu 400 (pieu de l'avant-bec de la pile du premier pont en bois). Cette partie du bateau a été remontée à la surface et dessinée avant d'être replacée en connexion avec le reste de la pirogue pour effectuer les relevés d'ensemble sous l'eau. Le reste du flanc engagé sous la digue, d'une longueur de 2,95 m, n'a fait l'objet que d'un levé topographique sommaire et de prises de vues photographiques.

Le dégagement du bateau, en position subverticale avec un léger dévers, s'est révélé particulièrement délicat et s'est accompagné de mesures de consolidation et de la pose d'étais destinés à réduire les risques d'affaissement. En dépit de ces précautions, une pointe d'eau survenue au cours de cette phase de travail a occasionné le glissement du talus surplombant le bateau et, partant, la rupture et l'affaissement d'une partie de l'épave. Cet accident a nécessité d'entreprendre un minutieux travail d'identification, de localisation et de numérotation des fragments déplacés. La numérotation de l'ensemble des courbes\*<sup>6</sup> a également été réalisée à cette occasion.

L'étude du bateau étant impossible *in situ*, sa mise à plat sur un bâti métallique puis son déplacement sous l'eau en un lieu où les conditions de visibilité permettaient de réaliser relevés et photos furent décidés. Situé en bordure de la rive droite, à l'abri de la navigation et sous une faible hauteur d'eau, l'emplacement choisi fut sommairement nivelé pour



**Fig. 4** – Les conditions de relevé en plongée sur la pirogue de Chalon-sur-Saône (cliché : musée Denon).

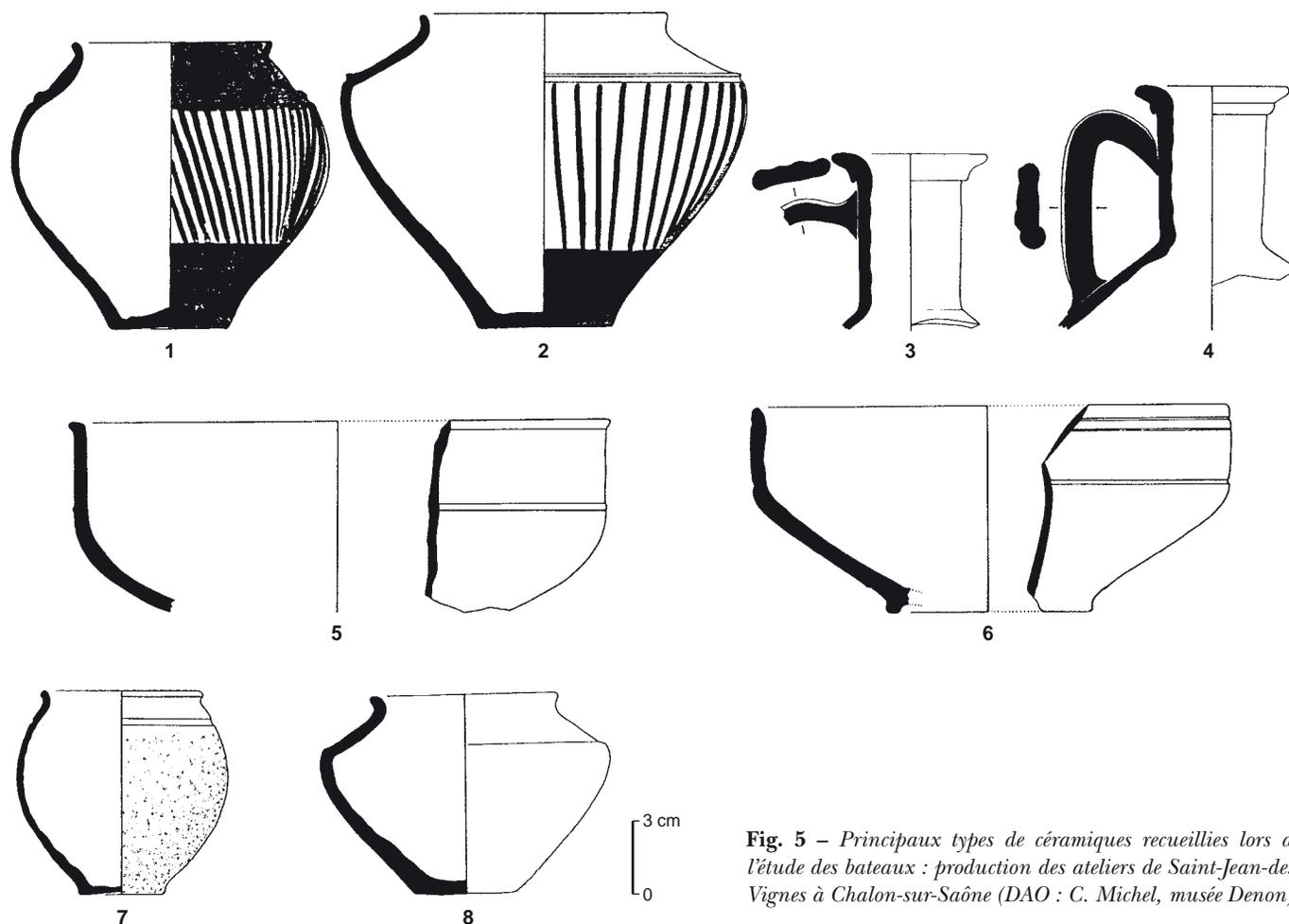
pouvoir installer le bâti métallique en position horizontale. D'une longueur de 12,50 m, ce bâti était constitué de quatre cadres métalliques sur lesquels furent déposés les vestiges. Malgré quelques incidents et une visibilité finalement médiocre (fig. 4), les différentes phases de l'opération ont pu être conduites comme prévu. Les deux bateaux, chaland et pirogue, ont ensuite été réenfouis sur leur site d'origine et recouverts de sable, de bois et d'enrochements afin de les protéger.

## LE CHARGEMENT ET LA DATATION DES ÉPAVES

Les relations stratigraphiques entre les bateaux et les ponts indiquent que le naufrage a eu lieu après la fin du I<sup>er</sup> s. av. J.-C. et avant le début du III<sup>e</sup> s. apr. J.-C. Cette datation peut être précisée par le mobilier céramique qui a été recueilli entre les deux bateaux, au fond de l'affouillement. Ce mobilier a rapidement été recouvert par des sédiments, en raison du barrage que formaient les deux bateaux échoués sur chant, en position transversale par rapport à l'axe de la rivière. Cet élément paraît capital pour préciser la date du naufrage. En effet, hormis les quelques céramiques précoces déjà signalées, l'essentiel du mobilier découvert (riche de près de 400 vases correspondant à un nombre limité de formes céramiques : Lafeuil, 2005), semble parfaitement homogène et comparable à certaines productions locales.

Le corpus des formes retrouvées à la base des épaves comprend, notamment, des petits pots ovoïdes à paroi fine et enduit sablé (fig. 5, n<sup>o</sup> 7), des urnes ovoïdes ou carénées et des cruches en céramique grise à décor lissé (fig. 5, n<sup>os</sup> 1-2 et fig. 6, n<sup>o</sup> 1), des plats et jattes en *terra nigra* (fig. 5, n<sup>os</sup> 5-6),

6. Les astérisques renvoient au glossaire, p. 109-110.



**Fig. 5** – Principaux types de céramiques recueillies lors de l'étude des bateaux : production des ateliers de Saint-Jean-des-Vignes à Chalon-sur-Saône (DAO : C. Michel, musée Denon)

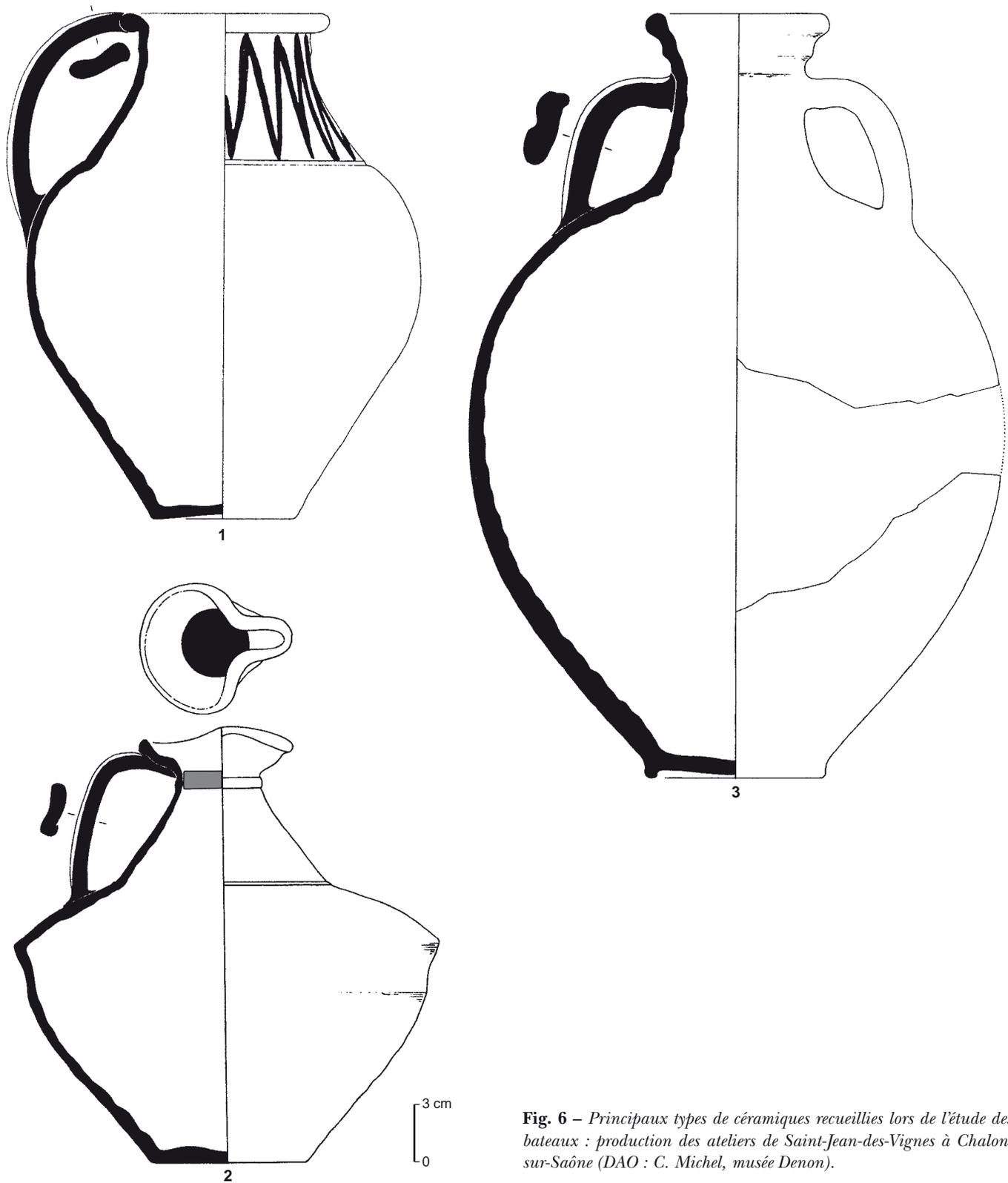
des cruches ou « bouilloires » à bec pincé en céramique grise ou claire (fig. 6, n° 2), de petites cruches sphériques à pâte fine claire et anse moulurée (fig. 5, n°s 3-4) et des amphores de type Gauloise III ou IV de petit module (fig. 6, n° 3). Ces éléments présentent d'étroites similitudes avec les céramiques produites par les ateliers chalonnais de Saint-Jean-des-Vignes, connues grâce aux études archéologiques qui y ont été menées depuis 1983 sur plusieurs dizaines de fours (Augros, 1984 ; Monthel, 1996 ; Devevey, Mouton-Venault, 2006). Notons que ces ateliers, situés en amont du pont romain, sont distants de moins de 1 km du lieu du naufrage. Les types de récipients rencontrés, avec prédominance des vases à pâte sombre, sont comparables à ceux produits dans ces ateliers vers le milieu du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. (Joly, Barral, 1992).

À côté de ces productions incontestablement locales, d'autres trouvailles, telles que des céramiques sigillées ou encore une lampe à huile ornée d'un motif de Pégase, apparaissent comme des produits importés. Leur présence ne fait toutefois que confirmer les indications chrono-

logiques apportées par la céramique locale attribuable aux environs de 50 à 70 de notre ère, dans l'état actuel de nos connaissances.

Cette fourchette chronologique (50-70 apr. J.-C.) peut être retenue pour situer la période d'activité des deux bateaux de Chalon, l'appartenance de ces vases au chargement de l'une ou l'autre des embarcations apparaissant probable du fait de leur positionnement précis par rapport aux épaves. En outre, la présence, dans ce lot, de cruches fermées par un bouchon en liège (fig. 6, n° 2), celle de nombreux pots ovoïdes en céramique grise contenant un dépôt de graines de millet (Bonnamour, Marinval, 1985) ou encore la découverte d'un petit lot de tuiles, *tegulae* et *imbrices*, quasiment intactes, évoquent des activités commerciales à un échelon local ou régional.

Il faut noter, enfin, la présence d'ossements humains (mandibule et boîte crânienne) au sein de ce mobilier : il s'agit peut-être de ceux d'un batelier embarqué sur l'une des embarcations.



**Fig. 6** – Principaux types de céramiques recueillies lors de l'étude des bateaux : production des ateliers de Saint-Jean-des-Vignes à Chalon-sur-Saône (DAO : C. Michel, musée Denon).

## ANALYSE DESCRIPTIVE

### LA PIROGUE

#### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

L'état de conservation de cette embarcation est remarquable. Bien que mesurant près de 15,50 m de longueur pour 1,62 m de largeur, ce qui est considérable pour une embarcation de type monoxyle\*, sa section transversale est archéologiquement complète. Une restitution du profil longitudinal peut être proposée. Seules les extrémités du bateau échappent à notre connaissance.

Au moment du choc contre l'avant-bec de la pile du premier pont en bois, la pirogue s'est mise à contre-courant : la présence d'une emplanture\* de mât, généralement située vers l'avant dans ce type d'embarcation, permet de situer la proue du côté amont et la poupe du côté aval. Échouée sur chant, elle s'est enfoncée plus profondément au niveau de la proue. Alors qu'à l'amont, à la limite du dégagement, l'épave reposait à une profondeur de 8,70 m, à l'aval, au niveau du pieu 103, elle gisait à 7,45 m de fond ; ce dénivelé a favorisé la conservation de la proue. De même, bien que reposant entièrement sur son flanc bâbord (fig. 2), l'épave est bien conservée de ce côté car elle a été préservée des dégradations liées aux travaux de construction de la pile du III<sup>e</sup> s. En revanche, le flanc tribord a totalement disparu.

#### La base monoxyle

Cette embarcation est constituée d'une base monoxyle en chêne caractérisée par un fond plat et des flancs ouverts à 45°-55° (fig. 7). Cette base a été façonnée dans un tronc de chêne qui devait avoir environ 2 m de diamètre. L'état de conservation du bois est généralement bon, mais des zones d'érosion assez importantes se remarquent sur le flanc bâbord, entre les courbes Mb. 15<sup>7</sup> et Mb. 23. En outre, des surépaisseurs visibles sous certaines courbes (en particulier Mb. 9) témoignent d'une forte usure du bois dans le fond du bateau, sans doute due à une utilisation prolongée.

Cette base monoxyle s'est vue adjoindre divers éléments visant à l'agrandir ou à la consolider (tabl. I). Ces éléments rapportés sont soit assemblés dans le cas de l'extrémité

amont, tant au niveau du fond que du flanc, et de l'extrémité aval, au niveau du flanc, soit cloués dans le cas des courbes, de la lisse de plat-bord\* et de la planche de surélévation en sapin (fargue\*). Côté tribord, il est probable qu'une partie du flanc a également été rapportée, l'amorce d'un assemblage étant visible entre les courbes Mb. 14 et Mb. 16.

#### Les pièces assemblées au fond du bateau

Du côté de la proue, une adjonction comprenant au moins trois pièces assemblées (fig. 7, A, B et C) prolonge le fond monoxyle et forme peut-être l'amorce d'une levée\*. Ces trois pièces se présentent de la manière suivante :

- la pièce principale, en forme de losange à pointes tronquées (A), mesure 1,28 m de longueur pour 80 cm de largeur (sans doute 85 cm à l'origine). Elle s'encastre dans le fond monoxyle sur la moitié de sa longueur. Cet assemblage, formant endenture, est consolidé par des clous tangentiels : cinq clous en fer<sup>8</sup> ou emplacements de clou sont visibles à l'intérieur du bateau contre un emplacement de clou seulement à l'extérieur. La tête de ces clous mesure 3 cm de diamètre. Aucune cavité ne semble avoir été creusée dans le bois pour faciliter leur enfoncement ;

- une deuxième pièce (B) terminée en triangle vient s'encastrer entre le côté bâbord amont de la pièce A et le biais taillé dans le fond monoxyle, le tout formant une nouvelle endenture. Elle mesure 1,31 m de longueur pour 50 cm de largeur ;

- la troisième pièce (C), de 73 cm de longueur pour 15 cm de largeur, présente une forme rectangulaire. Elle s'encastre dans l'extrémité amont de la pièce A au moyen d'un assemblage à mi-bois de 5 cm de longueur. Cet assemblage est maintenu par trois clous. L'épaisseur de cette pièce étant inférieure à celle de la pièce A, il en résulte un décrochement au droit de la face interne du fond du bateau, avec débordement du matériau d'étanchéité.

#### Le flanc bâbord

Le flanc bâbord de la pirogue est également constitué de plusieurs éléments visant, d'une part, à étendre la base monoxyle et, d'autre part, à la surélever (fargue). La partie monoxyle s'étend de la courbe Mb. 2 jusqu'en amont de la courbe Mb. 20 (fig. 7, coupes BB' à MM') ; elle est ensuite prolongée, du côté de la proue, par une pièce assemblée par un écart en sifflet courbe (fig. 7, coupes NN' à VV').

8. Cette précision ne sera plus apportée par la suite, tous les clous utilisés dans les embarcations traitées ici étant en fer.

7. Le sigle Mb. a été choisi pour établir une distinction avec les éléments de la membrure du chaland désignés par le sigle C. On notera cependant que, du point de vue de l'architecture navale, le terme de courbe convient mieux pour la pirogue et celui de varangue\* pour le chaland.

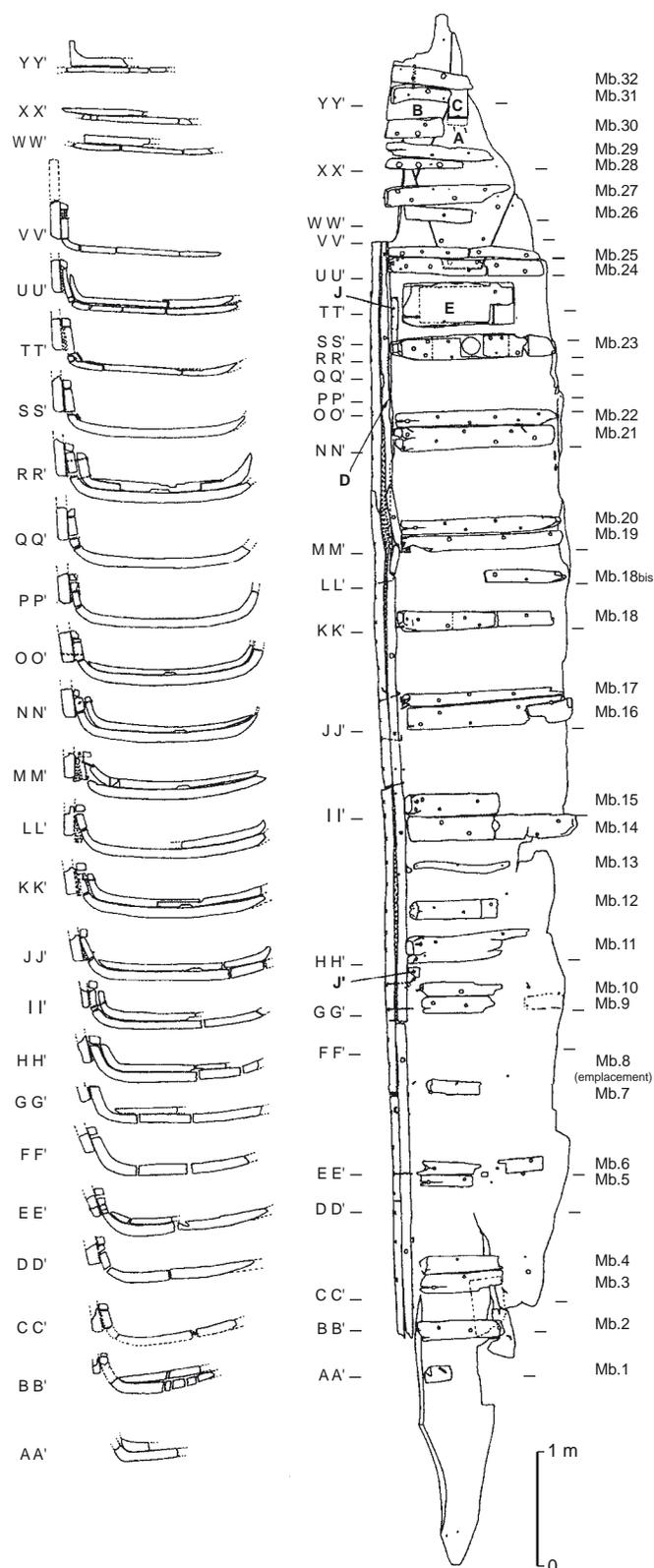


Fig. 7 – Vue d'ensemble de la pirogue de Chalon-sur-Saône (relevé : C. Lonchambon).

Tabl. I – Dimensions des vestiges de la pirogue de Chalon-sur-Saône.

Vestiges	Dimensions (en m)			
	Longueur	Largeur	Hauteur	Épaisseur
Connus	15,46	1,62	0,72	
Relevés	13,25	1,62	0,72	
Partie monoxyde du fond	12,15	1,62		0,08 (maxi) - 0,03 (proue)
Partie monoxyde du flanc	8	0,25		0,05

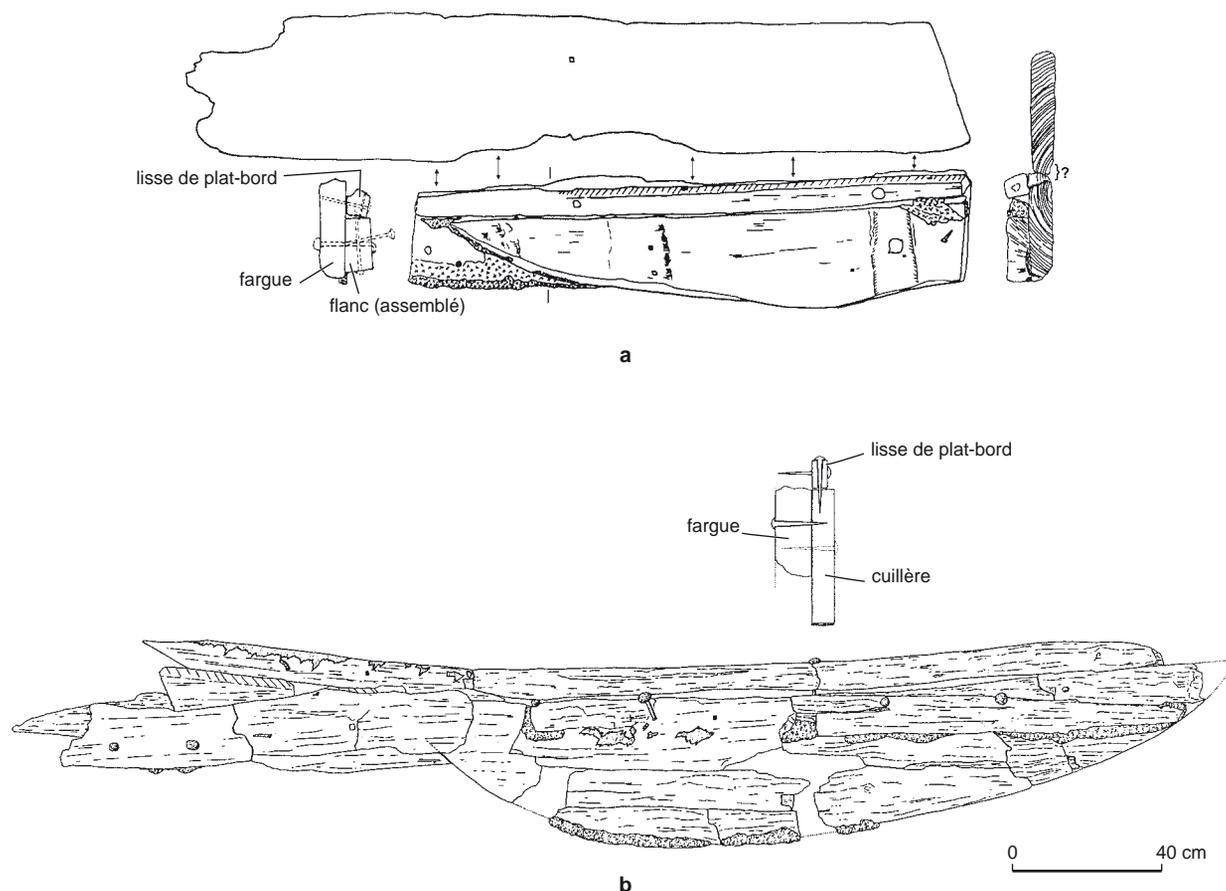
Cette adjonction se poursuivait au-delà de la zone sciée pour extraire la pirogue de son lieu d'enfouissement. La partie prélevée (D) et remontée en surface pour étude mesure 1,55 m de longueur, depuis l'assemblage en amont de Mb. 20 jusqu'au trait de scie au niveau de Mb. 25, pour 25 cm de hauteur et 6 cm d'épaisseur (fig. 8a). Une petite pièce visible dans la partie haute du flanc rapporté, juste avant le trait de scie, est entourée d'un « rouleau » de tissu poissé : il pourrait s'agir d'une réparation ou de l'amorce d'un assemblage.

La partie du flanc dégagée mais laissée en place s'étend sur 2,95 m de longueur pour 60 cm à 65 cm de hauteur, ce qui correspond à la hauteur totale du côté (fargue incluse) à ce niveau. Il n'a pas été possible de voir sur cette partie comment s'effectuait la jonction entre le fond et le flanc. En revanche, un assemblage situé en amont de la courbe Mb. 36, juste après la limite de la zone dégagée, a été identifié. La succession d'assemblages sur cette partie du flanc peut s'expliquer par la nécessité de réduire la hauteur du bateau afin de former une relevaison.

Au niveau de la poupe, du côté bâbord, une autre adjonction au flanc monoxyde est conservée : en chêne, elle décrit une demi-ellipse de 2,10 m de longueur pour 40 cm de hauteur maximum (fig. 8b). Cette forme suggère la présence d'une levée à ce niveau. La partie courbe semble se raccorder au biais pratiqué dans le fond monoxyde de la pirogue ; la partie rectiligne supporte la lisse de plat-bord. Cette pièce est très érodée : quasiment entière, elle n'affiche qu'une faible épaisseur, tout comme la lisse de plat-bord ; en outre, la fargue ne subsiste que sous forme de lambeaux. Quelques traces d'outils ont néanmoins pu être observées : des traits de scie sur la face externe du flanc, au contact avec la fargue, et des coups de ciseau au niveau d'un chanfrein\*, dont on ne s'explique pas la présence, placé sur le bord supérieur du flanc monoxyde.

#### La lisse de plat-bord et la fargue

Sur toute sa longueur le flanc est surmonté d'une lisse de plat-bord et surélevé par une fargue posée à clin\*.



**Fig. 8** – Flanc bâbord de la pirogue de Chalon-sur-Saône : **a**, relevé de la face interne du flanc au niveau de la proue, depuis l'assemblage avec la partie monoxyle et la partie rapportée jusqu'en amont de Mb. 20, et de la face interne de la fargue fracturée ; **b**, relevé de la face externe des vestiges (flanc, fargue et lisse de plat-bord) au niveau de la poupe, depuis l'assemblage avec la partie monoxyle jusqu'à l'extrémité aval de la cuillère (dessins : C. Lonchambon).

La lisse de plat-bord est constituée d'une pièce en sapin de section sensiblement carrée, de 6 cm de côté. Elle était probablement d'un seul tenant à l'origine, depuis la courbe Mb. 2 jusqu'à Mb. 25 au moins, mais nous est apparue brisée au niveau de Mb. 19, là où se trouvait le pieu 400. Elle est fixée à la fargue par des clous enfoncés de l'intérieur du bateau vers l'extérieur et au flanc par des clous enfoncés de haut en bas pour la partie monoxyle du flanc (fig. 8a). Au niveau de l'écart en sifflet de la partie rapportée du flanc, côté proue, s'y ajoutent des clous insérés de bas en haut (fig. 8a). Les espaces entre les clous sont, dans l'un comme dans l'autre cas, très variables (de 60 cm à 1,90 m pour les premiers), mais il est possible que certains clous n'aient pas été vus lors des relevés du fait des médiocres conditions de visibilité. Les clous utilisés sont de deux types : à petite (7 mm de diamètre) ou à grosse tête (3 cm de diamètre). Deux mortaises ont été repérées au droit de la face supé-

rieure de la lisse ; la mieux conservée se situe entre les courbes Mb. 22 et Mb. 23.

La fargue est également en sapin. Chanfreinée à la base, elle est d'un seul tenant sur toute la longueur conservée du bateau. Depuis la fracture située au niveau du pieu 400, elle a été suivie jusqu'à l'extrémité amont de la zone dégagée, soit sur 5,15 m de long. Elle mesure environ 7 cm d'épaisseur et sa hauteur maximale est de 64 cm dans la partie intacte, entre Mb. 20 et Mb. 25 (fig. 8a). Elle se rétrécit sensiblement au niveau de la proue : elle ne dépasse plus de la lisse que de 23 cm à la limite des vestiges dégagés, au lieu de 36 cm entre Mb. 20 et Mb. 25. Elle est fixée au flanc par des clous enfoncés depuis l'extérieur du bateau, de manière assez dense et régulière : répartis sur une bande de 15 cm de hauteur depuis l'arête inférieure de la planche, ils sont espacés de 10 cm à 30 cm. Les pointes qui ressortaient sur la face interne du flanc ont été recourbées. On notera qu'au

niveau du flanc rapporté côté poupe, un clou est recourbé sur la face interne de la fargue. Ceci pourrait résulter d'un problème survenu lors de la construction. Cette fargue était peut-être également clouée à des renforts verticaux mortaisés dans la lisse de plat-bord : un trou de clou visible à 11 cm de l'arête supérieure de la planche, juste à l'aplomb de la mortaise pratiquée dans la lisse au niveau de la courbe Mb. 23, semble le suggérer.

### Les courbes

Au total, 38 courbes<sup>9</sup> ont été inventoriées : 32 en place, 4 non positionnées car provenant des parties du bateau situées en amont des vestiges prélevés et 2 dont ne subsistent que les empreintes (Mb. 8 et une courbe en aval de Mb. 1). De manière générale, ces courbes ont été façonnées dans un tronc avec départ de branche ; Mb. 13 et Mb. 18bis ne sont pas équarries. D'après les observations effectuées sur les quelques exemplaires remontés (tabl. II), elles ont été façonnées à l'aide de scies et d'herminettes ou de haches à équarrir (fig. 9).

Les courbes ont une largeur très variable : de 22 cm à 75 cm, sans relation avec leur positionnement en paires ou isolées (tabl. III). Leur hauteur correspond à celle du flanc monoxyle, soit environ 25 cm. Leur épaisseur varie entre 5 cm et 8 cm. Un trou d'anguillier\* axial, de 10 cm de largeur pour 2 cm à 3 cm de hauteur, est aménagé dans leur face inférieure.

Les courbes sont fixées par des clous enfoncés presque exclusivement de l'intérieur du bateau vers l'extérieur et dont la tête atteint un diamètre de 3 cm ; seules les courbes Mb. 1 et Mb. 21 présentent un clou fixé dans le sens inverse. En outre, d'après les observations qui ont été faites lors du démontage des éléments composant le flanc bâbord, ces clous ne transpercent que le flanc et sont recourbés sur la face externe de celui-ci. Ils ne semblent pas affecter la fargue.

La courbe Mb. 23 se démarque des autres. Elle est formée de trois parties assemblées à mi-bois. La partie centrale est pourvue d'une mortaise de forme carrée au droit de la face supérieure de la courbe et circulaire à sa base. Les deux autres parties sont pourvues d'un retour vertical. Il s'agit probablement de l'emplanture d'un mât ; toutefois la faiblesse créée par les assemblages, l'absence de ressaut formant renfort autour de la mortaise et la forme de la mortaise elle-même

9. La numérotation des courbes correspond à celle effectuée au cours de la fouille. On notera que la cote Mb. 8 ne désigne que l'emplacement de la courbe car cette pièce, repérée en 1999, n'a pu être identifiée par la suite de façon certaine. Par ailleurs, une courbe porte le n° 18bis car elle a été repositionnée après la phase de numérotation générale.

**Tabl. II** – Traces d'outils observées sur les courbes de la pirogue de Chalon-sur-Saône (\* : courbe trouvée parmi les fragments de l'extrémité aval du bateau ; elle n'a pas pu être replacée ; son état de conservation a permis d'observer de nombreuses traces d'outils).

Cote	Traces de scie	Traces d'herminette	Traces de hache
Mb. 1			face inférieure
Mb. 27	face inférieure	face inférieure	
Mb. 29	face inférieure	face supérieure	
Mb. 33			face inférieure
Mb. D*	face inférieure	face supérieure, côté, can - tranchant ponctuellement incurvé - face inférieure	

**Tabl. III** – Largeur des courbes de la pirogue de Chalon-sur-Saône.

Cote	Largeur (en cm)
13	7,5
5	9
25 / 28	9,5
17	10
26	10,5
18bis / 6 / 7 / 10	11
29	11,5
19	12
1 / 4 / 20 / 22 / 24 / 31	13
32	13,5
9	14
18	15
12	15,5
2 et 30	16
3	16,5
27 / 15	17
21	17,5
14 / 16	20
23	21
11	22

font penser à un petit mât de halage plutôt qu'à un mât de voile. Elle se trouve à une distance de 4 m de l'extrémité de la poupe, soit environ au quart avant de l'embarcation.

La répartition des courbes semble aléatoire à première vue. Disposées de manière isolée depuis l'extrémité aval jusqu'à Mb. 2 incluse, elles le sont ensuite par paires jusqu'à Mb. 25. De Mb. 3 à Mb. 17 la courbe du côté poupe a son retour vertical à tribord et la courbe du côté proue à bâbord ; entre Mb. 17 et Mb. 25, cette alternance est inversée. Entre ces paires, sont ponctuellement insérées des courbes uniques (Mb. 11, Mb. 12, Mb. 13, Mb. 18, Mb. 18bis) en forme de U, constituées de deux parties assemblées à mi-bois à peu près au milieu du bateau. Leur présence concourt à rétrécir la maille\* ; elle ne semble pas pouvoir s'expliquer par la

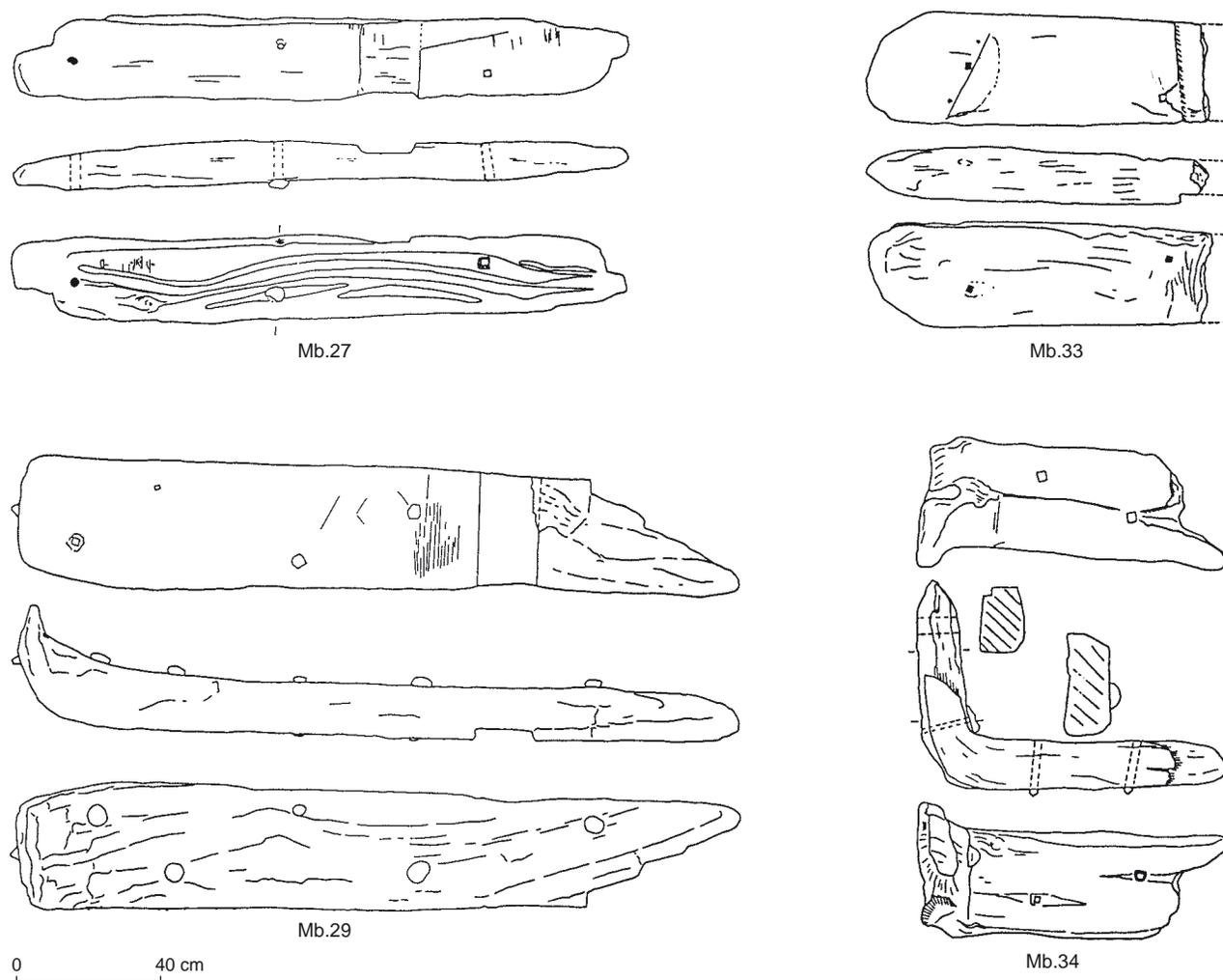


Fig. 9 – Relevé des courbes Mb. 27, Mb. 29, Mb. 33 et Mb. 34 de la pirogue de Chalons-sur-Saône (dessin : C. Lonchambon).

volonté de renforcer les assemblages des flancs rapportés car nous sommes là dans la partie monoxyle du bateau. En revanche, la densité des courbes, particulièrement importante au-delà de Mb. 25, répond à la nécessité de consolider les assemblages des quatre pièces rapportées (A, B, C et le pendant de B). Bien que formant une paire avec la courbe Mb. 25, la courbe Mb. 24 était peut-être pourvue de deux branches verticales puisqu'elle comprend un assemblage à mi-bois ; cet assemblage pourrait néanmoins résulter d'une réparation. Au-delà des vestiges prélevés, les courbes Mb. 35 et Mb. 36 semblent à nouveau avoir été disposées de manière isolée. L'absence d'une concentration de courbes au niveau de la poupe – seules quelques courbes uniques sont présentes à ce niveau – amène à s'interroger sur la présence d'une extension rapportée au fond monoxyle de ce côté-ci. Toutefois, plusieurs courbes retrouvées sur le site

n'ayant pu être replacées, il se peut qu'elles s'insèrent dans cet espace et la question reste donc en suspens.

Si, dans ce schéma général, on fait abstraction des courbes uniques, à l'exception de Mb. 12 et de Mb. 18 qui avaient probablement deux retours verticaux, comme indiqué précédemment, le rythme de succession des courbes acquiert une certaine régularité : entre Mb. 2 et Mb. 25 la maille mesure de 50 cm à 57 cm, avec une moyenne de 53 cm. Deux hypothèses peuvent être énoncées pour expliquer la présence des courbes isolées Mb. 11, Mb. 13 et Mb. 18b : soit elles ont été insérées dès l'origine, peut-être pour renforcer la zone centrale qui pouvait être destinée à recevoir le chargement, soit elles ont été rajoutées par la suite, consécutivement à une faiblesse des courbes en place ou à une érosion particulière du bateau à ce niveau, éventuellement due au chargement.

## Les réparations

Le fond du bateau comprend deux pièces rapportées qui peuvent être interprétées comme des réparations. La première (fig. 7, pièce E), située entre les courbes Mb. 23 et Mb. 24, se présente sous la forme d'un rectangle en chêne assemblé au fond de la pirogue par un écart à mi-bois (fig. 10). D'une épaisseur de 6,50 cm, la face interne de cette pièce mesure 75 cm de longueur pour 38 cm de largeur, sa face externe est diminuée de la largeur des rebords venant se plaquer sur les entailles pratiquées dans le fond du bateau. D'une épaisseur de 2,50 cm, ces rebords mesurent 4 cm de largeur au niveau des côtés amont et aval, 2 cm à tribord et 1,30 cm à bâbord. Ils étaient fixés au fond du bateau par au moins six clous, en majorité de petite taille. Des traces de scie, d'herminette et probablement de hache à équarrir sont encore visibles sur la face externe de cette pièce. La présence de cette réparation s'explique probablement par l'affaiblissement du monoxyle dans cette zone située entre l'assemblage des pièces de levée et l'emplanture de mât.

La seconde réparation a été effectuée sur la face externe du fond, entre Mb. 2 et Mb. 3. Il s'agit d'une pièce en chêne, de 48 cm de longueur pour 25 cm de largeur, encastrée dans un évidement pratiqué dans le fond du bateau. Son épaisseur varie de 1 cm à 5 cm. Deux trous de clou témoignent du mode de fixation. Les quelques traces d'outils visibles témoignent de l'usage de scie et d'herminette.

La face externe de la fargue au niveau des courbes Mb. 19-Mb. 20 a également fait l'objet d'une réparation. Située à 19 cm de l'arête inférieure de la planche, elle se présente sous la forme d'une pièce d'une hauteur de 8 cm, encastrée dans un évidement de 3 cm de profondeur et assemblée à mi-bois. Elle recoupe deux nœuds, ce qui explique sa présence, et a été remplie de tissu poissé.

## L'étanchéité

La présence de pièces assemblées à la base monoxyle de la pirogue s'accompagnait nécessairement du colmatage des joints de manière à rendre le bateau parfaitement étanche. Le matériau utilisé ici est du tissu poissé (voir *infra*, annexe, p. 102-103), appliqué par lutage\* : le fait qu'il ait débordé des joints en de nombreux endroits, notamment au niveau des assemblages à mi-bois côté proue (pièce C et réparation), prouve qu'il a été comprimé entre les pièces de bois lors du montage. Pour la pièce de réparation située au niveau de la poupe, il forme bien plus qu'un simple colmatage puisque

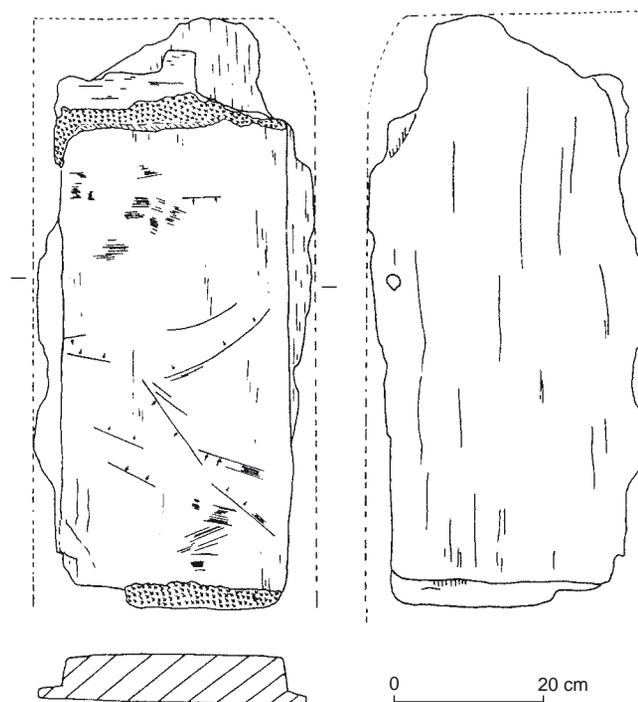
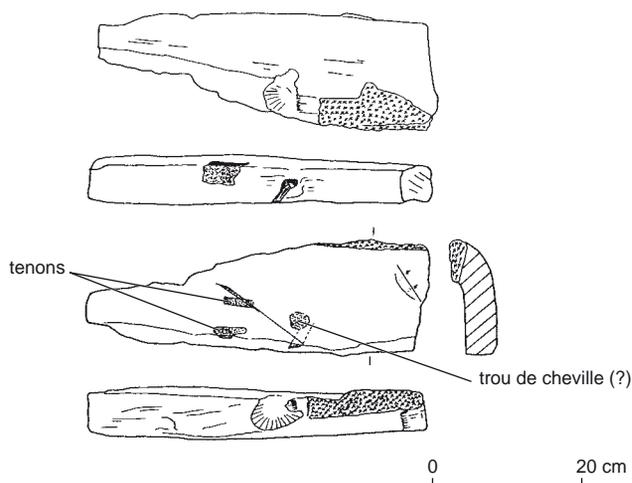


Fig. 10 – Relevé de la pièce de réparation remplaçant le fond monoxyle de la pirogue, entre Mb. 23 et Mb. 24 (dessin : C. Lonchambon).

le tissu poissé atteint jusqu'à 8 cm d'épaisseur. Ce matériau a également été abondamment utilisé entre les différentes parties composant les flancs du bateau, que celles-ci soient assemblées (flancs rapportés) ou juxtaposées (lisse de plat-bord et fargue). Là encore, les épaisseurs sont importantes puisqu'elles atteignent jusqu'à 7 cm. Il semblerait que le matériau utilisé entre la fargue et le flanc bâbord se soit parfois réduit à de la simple poix, mais les observations restent trop ponctuelles pour l'assurer.

## La protection du bois

Indépendamment des assemblages, des traces de poix ont été repérées dans des sortes de cavités du bois, telles que celles indiquées sur le plan entre les courbes Mb. 21 et Mb. 20, côté tribord. Situées sur la face interne du bateau, essentiellement au niveau du bouchain\*, elles sont relativement informes et résultent peut-être de défauts du bois. Leur présence étonnante a néanmoins attiré notre attention et suscité un examen attentif du flanc bâbord. Il est ainsi apparu que certains endroits du flanc et du bouchain, plus clairs que le bois et interprétés dans un premier temps comme des zones d'érosion, témoignaient en fait de l'application de poix sur le bois.



**Fig. 11** – Face externe du bouchain bâbord au niveau de la courbe Mb. 24 avec deux tenons et un trou de cheville remplis de poix (dessin : C. Lonchambon).

Au niveau de ces traces de poix, subsistent des clous à petite tête enfoncés depuis l'intérieur du bateau. Leur tête étant généralement en contact direct avec le bois, ils n'ont pu servir à maintenir une pièce de bois, ainsi qu'aurait pu le suggérer la présence des planchettes J et J' (fig. 7). Le prélèvement de la planchette J a d'ailleurs dévoilé deux autres petits clous enfoncés directement dans le fond du bateau. L'hypothèse selon laquelle ces clous auraient servi à maintenir un tissu poissé appliqué sur le bouchain et le flanc semble être une explication plausible. Ce tissu avait sans doute pour objet de protéger le bois dans cette zone fragile du monoxyle.

Disposée longitudinalement, la planchette J recouvre la jonction entre le flanc rapporté et la base monoxyle entre les courbes Mb. 23 et Mb. 24. Mesurant 37 cm de longueur pour 5 cm de largeur, elle est fixée par 5 clous à très petite tête : 5 mm de diamètre. La pièce J' se présente également sous la forme d'une planchette disposée au niveau du bouchain, mais dans le sens vertical. La fonction de ces deux planchettes reste incertaine. Toutefois la présence de clous sous l'une d'entre elles laisse penser qu'elles ont peut-être servi à plaquer un éventuel tissu apposé sur le bois en guise de protection.

### Indices divers

Deux autres données s'avèrent difficiles à interpréter dans l'état actuel de nos observations. Il s'agit, tout d'abord, de la présence sur la face externe du bouchain

bâbord, au niveau de la courbe Mb. 24, de deux tenons poissés, allant jusqu'au milieu de l'épaisseur du fond (fig. 11). Largés d'environ 1 cm pour 4 cm de longueur environ, ils sont distants de 3 cm. À 5 cm en aval, un trou circulaire rempli de poix semble témoigner de la présence d'une cheville. Deux autres chevilles ont été repérées sur le fond du bateau, juste en amont des courbes Mb. 2 et Mb. 12. Ces trois chevilles pourraient avoir servi à la fixation du bateau sur un chantier\* au moment de sa construction, et les tenons à la fixation d'un cavalier utilisé pour maintenir un cordage serrant le flanc rapporté contre le bordé monoxyle, selon une technique identique à celle employée pour la reconstitution du chaland de Bevaix en Suisse (Arnold, 1999).

### RESTITUTION ET CARACTÉRISTIQUES NAUTIQUES

Le bon état de conservation de l'embarcation a permis à Philippe Thômé, architecte naval, de proposer une restitution de ses formes et d'analyser ses caractéristiques nautiques (fig. 12A).

Cette restitution, qui donne un profil inversé – relèvement et finesse plus accusés à la poupe qu'à la proue –, constitue une hypothèse de travail parmi d'autres que les vestiges permettent d'envisager. Selon P. Thômé, ce profil, qui pourrait paraître erroné, est en fait très efficace à petite vitesse et en eaux calmes, ce qui n'est pas incompatible avec les conditions de navigation de l'époque.

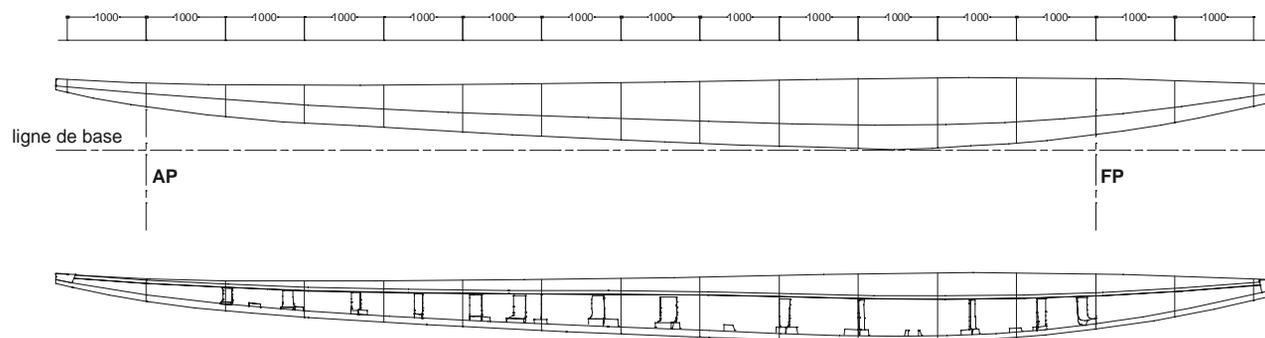
Le rapport L/l ( $1/9,5^e$ ) traduit une embarcation très allongée, dont la capacité de charge probablement maximale – puisque ne laissant un tirant d'eau que de 60 cm – est de 5,09 t (fig. 12B), ce qui est faible. Pour ce qui est des distances parcourues, il est probable que l'embarcation chargée ne naviguait que par decize\*. Selon P. Thômé : « la propulsion de la pirogue à 0,20 m/s demande très peu d'énergie. Si l'on prend pour base un courant de 0,50 m/s, par une belle journée de printemps, on peut très bien imaginer que le bateau parcourait quotidiennement, à raison de 10 heures de navigation par jour, 25,2 km [ $0,5 \text{ m/s}$  (vitesse du courant) +  $0,2 \text{ m/s}$  (vitesse du bateau)] x 3 600 s = 2 520 m x 10 heures = 25,20 km. »

### BILAN

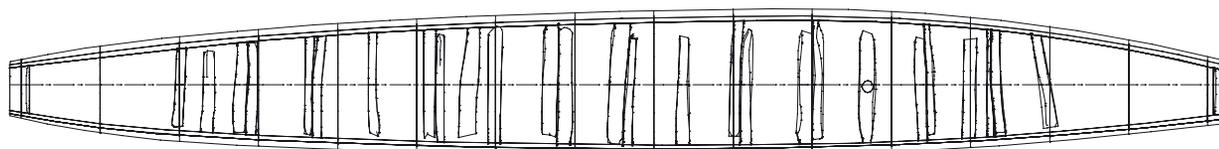
De type monoxyle, cette embarcation voyait sa taille limitée par celle de la matière première. Plusieurs éléments ont été ajoutés à cette structure de base afin d'en augmenter la longueur et la hauteur. Pour allonger la base monoxyle,

## A. ÉTUDE D'HYDROSTATIQUE

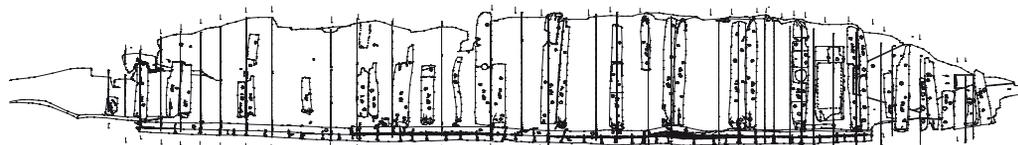
## La pirogue reconstituée : plan de forme



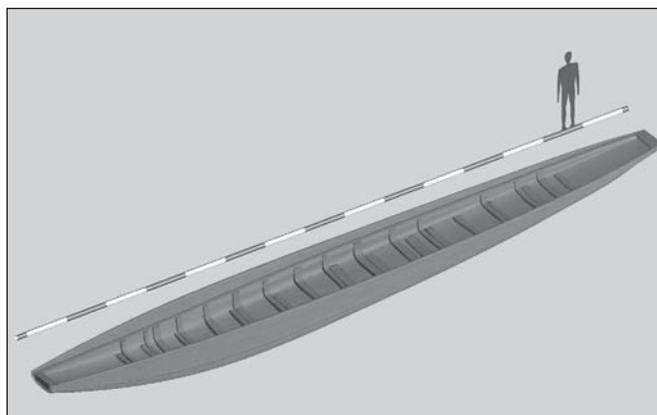
## Plan de forme de la pirogue reconstituée



## Plan de fouille



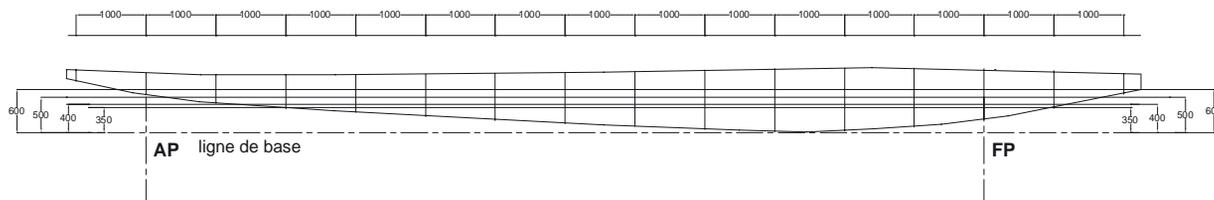
## Reconstitution en 3D



**Fig. 12** – La pirogue de Châlon-sur-Saône : **A**, étude d'hydrostatique et reconstitution ; **B**, récapitulatif et détails des flottaisons (DAO : P. Thômé).

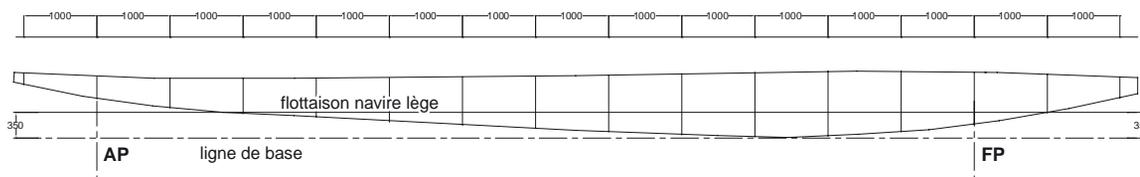
**B. FLOTTAISONS**

**1-Récapitulatif**



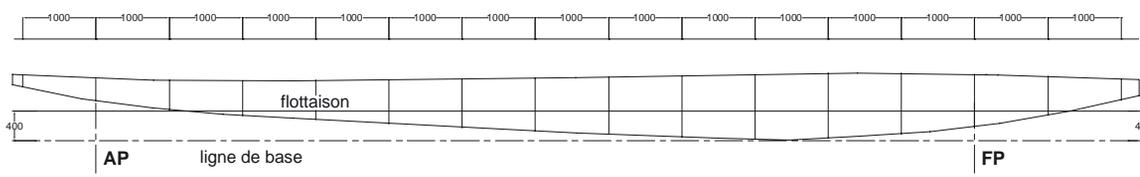
**2-Détails**

**Pirogue légère (sans chargement)**



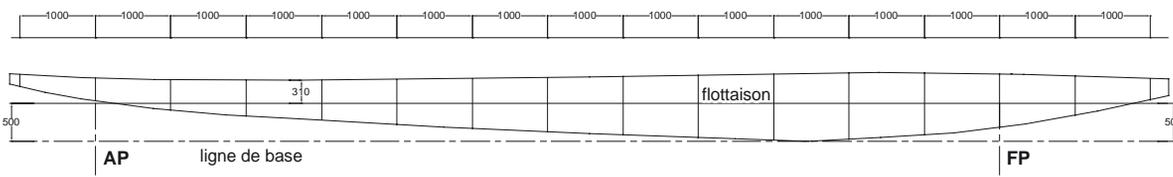
Poids de la pirogue pour une densité du bois de 0,8 : 3,4 tonnes ; Tirant d'eau : 350 mm ; Franc-bord : 460 mm ; Surface de flottaison : 17,2 m<sup>2</sup>  
 Enfoncement sous chargement : 1 cm d'enfoncement supplémentaire correspond à une charge de 172 kg

**Pirogue avec un tirant d'eau de 400 mm**



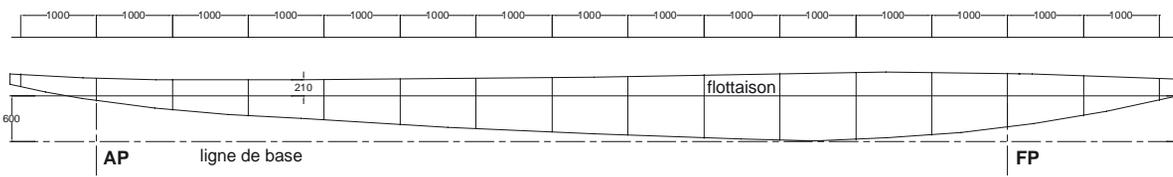
Tirant d'eau : 400 mm ; Franc-bord : 410 mm ; Déplacement : 4,32 m<sup>3</sup> ; Chargement : 0,9 tonne ; Surface de flottaison : 18,8 m<sup>2</sup>  
 Enfoncement sous chargement : 1 cm d'enfoncement supplémentaire correspond à une charge de 188 kg

**Pirogue avec un tirant d'eau de 500 mm**



Tirant d'eau : 500 mm ; Franc-bord : 310 mm ; Déplacement : 6,32 m<sup>3</sup> ; Chargement : 2,92 tonnes ; Surface de flottaison : 20,9 m<sup>2</sup>  
 Enfoncement sous chargement : 1 cm d'enfoncement supplémentaire correspond à une charge de 209 kg

**Pirogue avec un tirant d'eau de 600 mm**



Tirant d'eau : 600 mm ; Franc-bord : 210 mm ; Déplacement : 8,49 m<sup>3</sup> ; Chargement : 5,09 tonnes ; Surface de flottaison : 22,1 m<sup>2</sup>  
 Enfoncement sous chargement : 1 cm d'enfoncement supplémentaire correspond à une charge de 221 kg

ont été mis en œuvre différents types d'assemblages : endenture (proue), assemblage à mi-bois (proue) et écart en sifflet courbe (parties du flanc bâbord rapportées). La question de l'étanchéité des joints s'est donc posée. Elle a été résolue par la mise en œuvre d'un lutage à base de tissu poissé, voire de poix uniquement. Pour augmenter la hauteur, on a eu recours à l'adjonction d'une fargue. La longueur de l'embarcation a nécessité d'en renforcer la rigidité transversale. À cet effet ont été insérées des courbes, peut-être disposées par paires à l'origine.

Enfin, dans un souci de protection ou de consolidation du bois, un tissu poissé semble avoir été ponctuellement cloué à l'intérieur de l'embarcation, au niveau du bouchain.

L'insertion de courbes isolées entre les paires de courbes, l'état d'érosion général des courbes et l'existence de plusieurs réparations donnent à penser que cette pirogue a fait l'objet d'un usage intense et/ou prolongé.

## LE CHALAND

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les vestiges remontés en surface, d'une longueur de 8,70 m pour une largeur maximale de 2,10 m, appartiennent à un bateau de transport à fond plat de type chaland (fig. 13). Du fait de l'absence d'emplanture de mât, ordinairement située à l'avant de l'embarcation, et de l'absence d'extrémité, il s'agit vraisemblablement de la partie centrale de l'embarcation.

Ce fond de bateau est constitué de bordages\* en chêne, qui s'insèrent entre deux bordages de bouchain<sup>10</sup> à profil en C. Leur cohésion est assurée par le clouage d'un maillage dense de varangues\*.

### Les varangues

La partie du bateau conservée comprend 26 varangues, en chêne, d'une épaisseur variant de 6 cm à 7 cm. Elles sont fixées aux bordages à l'aide de clous à grosse tête, d'un diamètre de 3 cm, enfoncés prioritairement de l'intérieur du bateau vers l'extérieur, mais aussi parfois dans le sens inverse. Dans ce dernier cas, les pointes ont été systématiquement recourbées sur la varangue. Du côté du

bateau le mieux préservé, la face inférieure des varangues présente, à une trentaine de centimètres du bouchain, un trou d'anguillier à profil rectangulaire, large d'une dizaine de centimètres. À l'opposé, les varangues C3, C4, C9, C13 et C19 conservent le début de l'autre trou d'anguillier. Si l'on admet qu'ils étaient situés à une distance du bouchain sensiblement équivalente, on peut estimer que la largeur initiale du bateau avoisinait 2,30 m ; la longueur peut alors être estimée comprise dans une fourchette allant de 13,80 m à 18 m<sup>11</sup>, voire même 23 m<sup>12</sup>.

Les varangues sont disposées selon deux modes différents : par paires, de C1 à C18, avec exceptionnellement une varangue unique mais assemblée (C12) et, de C19 à C26, de manière isolée, à une exception près (C21-C22). Les varangues uniques affichent une largeur comprise entre 20 cm et 26 cm ; la largeur des paires atteint 28 cm à 32 cm. Les varangues uniques présentent toutes un retour vertical du côté le mieux préservé de l'épave, mais l'examen a montré qu'elles étaient pourvues à l'origine de deux retours verticaux et présentaient donc une forme en U. À l'inverse, les varangues en paires ont leur retour vertical disposé alternativement à bâbord et à tribord. D'après les cernes du bois des varangues, isolées ou en paires, on constate qu'elles n'ont pas été taillées dans des troncs avec départ de branche, mais dans la masse de la grume\*. Cette technique limitait forcément la hauteur du retour vertical qui n'atteint, du côté le mieux conservé, que 14 cm à 16 cm.

Les traces d'outils encore visibles sur la face inférieure de certaines varangues témoignent de l'usage d'une scie, d'une herminette et d'une hache à équarrir pour façonner ces pièces. Le sciage et la taille à l'herminette ou à la hache semblent, dans certains cas, avoir été pratiqués conjointement sur les mêmes pièces (fig. 14, C3, C4 et C22). Les traces de sciage sont souvent ténues car localisées sur de petites zones du bois peu érodées. Exceptionnellement denses sur la face inférieure de C15, elles présentent des orientations variables. Cette caractéristique, qui se retrouve sur d'autres pièces, pourrait s'expliquer par l'alternance des efforts de traction exercés par les scieurs, utilisant très probablement une scie de long. Les trous d'anguillier semblent avoir été taillés à l'aide de ciseaux. Celui de la courbe C23 est marqué par des traces très rapprochées et assez longues qui semblent plutôt indiquer l'usage d'une petite scie égoïne ; celle-ci a pu être utilisée pour faire sauter un

10. Nous utilisons ce terme plutôt que celui de « bordé monoxyle de transition » car il nous paraît plus neutre et donc plus adapté à une embarcation telle que le présent chaland.

11. Par référence aux rapports L/1 des chalands de Lyon qui vont de 1/6<sup>e</sup> à 1/8<sup>e</sup> (voir *infra*, p. 91).

12. Par référence au rapport L/1 du chaland *Arles-Rhône 3* qui est de 1/10<sup>e</sup> (voir *infra*, p. 92).

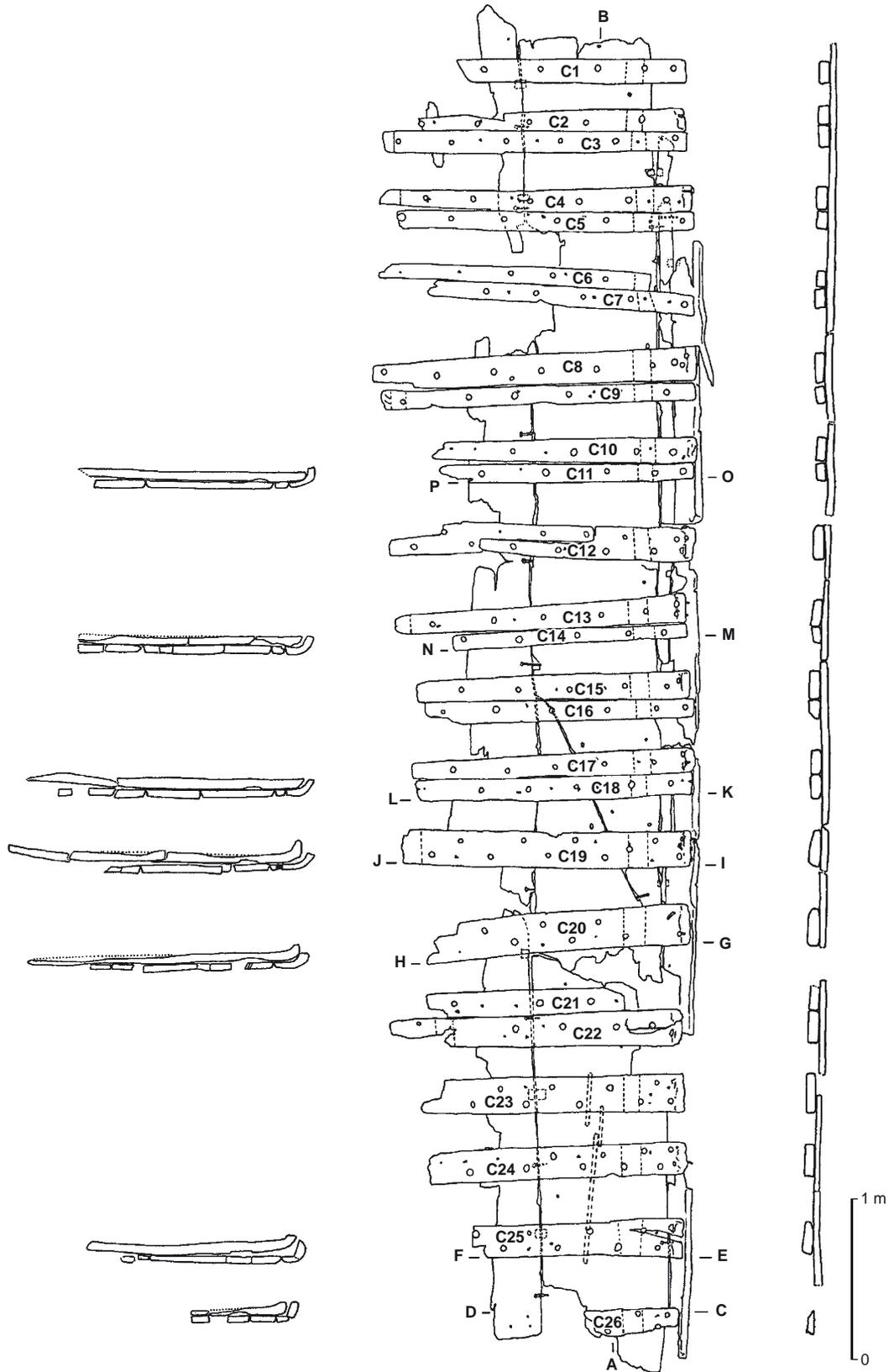


Fig. 13 – Relevé des vestiges du chaland antique de Chalon-sur-Saône (dessin : C. Lonchambon).

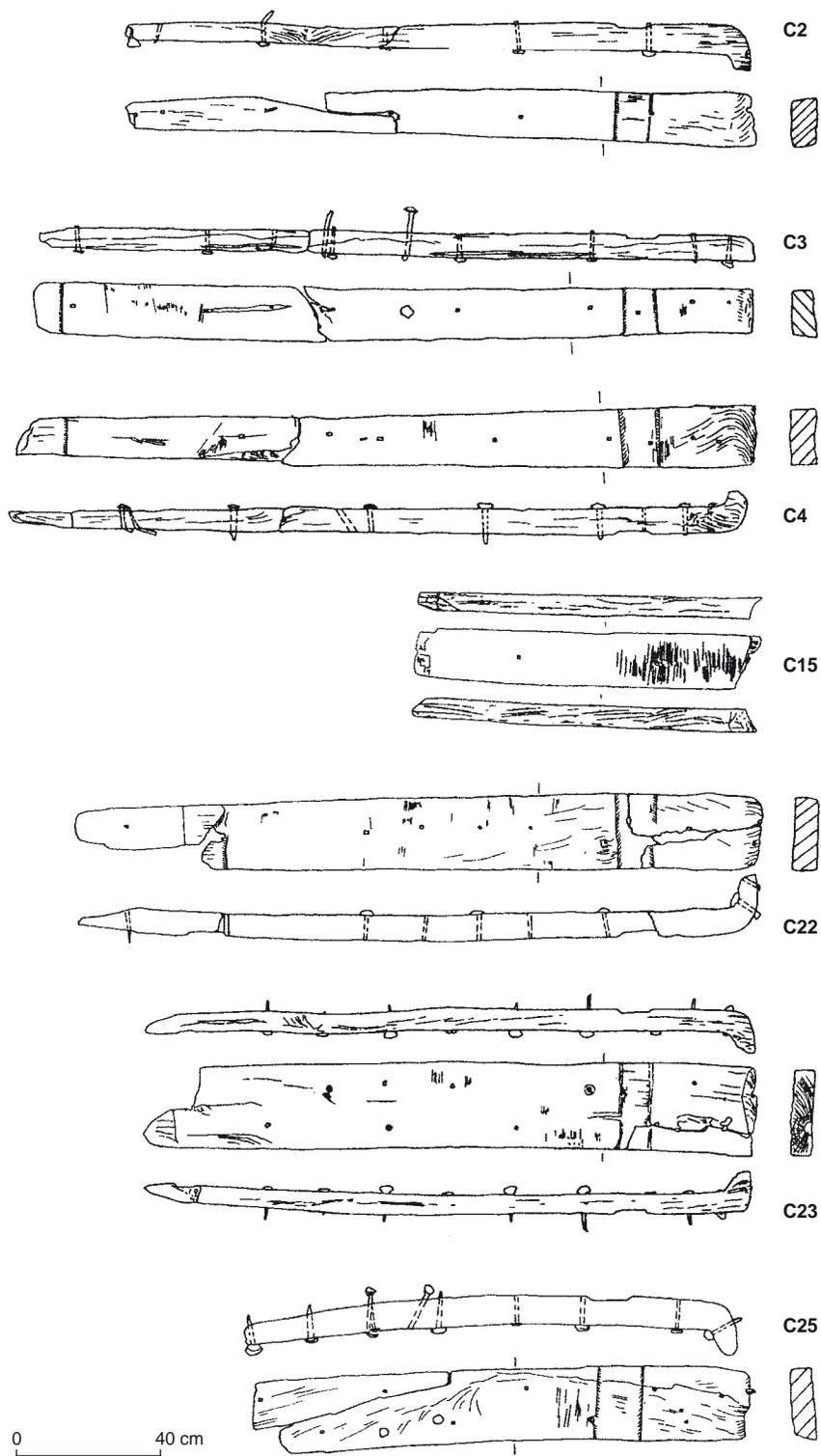


Fig. 14 – Relevé des varangues C2, C3, C4, C15, C22, C23 et C25 du chaland de Chalon-sur-Saône (dessin : C. Lonchambon).

dernier morceau de bois, le reste ayant été préalablement taillé au ciseau.

La plupart des varangues présentent des fentes dues à la dessiccation du bois et surtout de fortes traces d'usage témoignant d'un usage prolongé.

### Le bordage de bouchain

Le bordage de bouchain mesure 20 cm de largeur environ pour 10 cm à 12 cm de hauteur conservée. Étant donné l'état d'érosion du bateau, on peut se demander s'il s'agit de la hauteur d'origine sachant que, dans certains cas, la plus grande dimension obtenue lors du débitage d'une grume était utilisée pour former la partie verticale du bouchain monoxyle. Si l'on se réfère, à titre d'hypothèse, à la largeur de la base monoxyle de la pirogue, soit 1,62 m, le retour vertical du bordage de bouchain du chaland pouvait s'élever jusqu'à une hauteur moyenne de 80 cm<sup>13</sup>. C'est le cas du chaland *Zwammerdam 4* (voir *infra*, p. 87) dont le bordé monoxyle de transition\* présente un retour vertical d'une hauteur de 85 cm.

### Les bordages

La fonçure\* comprend quatre bordages, d'une épaisseur de 4,5 cm à 5 cm, disposés à franc-bord\*. Le faible nombre de virures\* (Pl. 1<sup>14</sup>, Pl. 2 et Pl. 3) est compensé par leur largeur importante : jusqu'à 80 cm. Un bordage, large d'une dizaine de centimètres seulement, se trouve intercalé entre Pl. 3 et le bordage de bouchain. On peut s'interroger sur la raison de sa présence. Résulte-t-il d'un défaut de matériau ou bien son insertion est-elle intentionnelle ? Pour Georges Paccaud, ancien charpentier en bateaux à Verdun-sur-le-Doubs<sup>15</sup>, ce bordage étroit avait une utilité fonctionnelle : il servait de « tampon ». Lorsque les bois se gonflaient au contact de l'eau, la pression qui en résultait était absorbée par cette pièce à laquelle on avait pris soin de donner une largeur légèrement inférieure à celle de l'espace réel qu'elle était censée occuper. Ce principe, bien qu'inversé, était encore en vigueur au début du XX<sup>e</sup> s. pour plusieurs types de bateaux de Saône. La coque en chêne des bateaux de

joute comprenait, au milieu du fond, une planche de sapin : celle-ci se gonflant plus rapidement que le chêne, elle faisait office de joint.

L'observation des traces d'outils sur les bordages de fond indique qu'ils ont été obtenus par sciage. Étonnamment, c'est leur face externe, qui était pourtant la plus sujette à l'érosion, qui a révélé le plus de traces. La variation de l'angle d'attaque des traits de scie est parfois très accusé, de même que sur les varangues. Les relevés des rayons médullaires des bordages Pl. 2 et Pl. 3 au niveau, respectivement de C24 et de C2, montrent qu'ils ont été débités à quelques centimètres du cœur de l'arbre. Il n'est d'ailleurs pas impossible, au vu de l'orientation des rayons par rapport au cœur, que ces deux virures proviennent d'une même grume. Des traces d'outils ont également été observées sur le can\* des bordages façonnés soit à l'aide d'un rabot de type bouvet à lame large, soit à l'aide d'une gouge.

### Les assemblages et éléments de liaison

La jonction entre les bordages de fond Pl. 2 et Pl. 3, au niveau de l'axe central du bateau, se termine par un écart en sifflet courbe que vient recouvrir la courbe C16. Cette courbure augmentait la résistance de l'assemblage par rapport à un écart en sifflet droit dont la pointe aurait pu facilement se briser. L'autre extrémité de la jonction n'a pu être observée. Entre Pl. 1, d'une part, et Pl. 2 et Pl. 3, d'autre part, aucun écart particulier n'a été repéré. En revanche, des clous tangentiels ont été insérés au niveau des coutures des bordages, à intervalle sans doute assez régulier (fig. 15) – toutes les varangues n'ayant pas été ôtées, certaines zones n'ont pas pu être observées. Le sens d'enfoncement des clous est variable : depuis le milieu du bateau vers l'extérieur pour la jonction entre Pl. 1 et les deux autres virures ; depuis l'extérieur du bateau vers l'intérieur pour la jonction entre Pl. 3 et Pl. 2. Sous la courbe C5, un clou, dont la tête se trouve entre Pl. 3 et Pl. 4 et qui, par conséquent, a été enfoncé depuis le milieu du bateau vers l'extérieur, traverse horizontalement le bordage étroit Pl. 4 et vient se fichier dans le bordage de bouchain Pl. 5.

Dans les zones comprises entre C1-C5 et C19-C26, neuf clés insérées dans des mortaises aménagées dans les cans respectifs des bordages ont été repérées (fig. 15). Ces clés, d'une longueur moyenne de 9,5 cm pour une largeur d'environ 4,5 cm, sont chanfreinées aux extrémités, sans doute pour faciliter leur insertion dans la mortaise. Les traces d'outils encore visibles semblent témoigner d'un façonnage des clés par sciage. Dans ces deux zones, les cans des virures

13. On notera que cette dimension est celle des bordés monoxyles de transition des chalibardons de l'Adour (Beaudouin, 1987).

14. L'abréviation Pl. fait référence au terme de planche, que nous avons utilisé en raison de sa signification générique. Dans notre descriptif, ce sont les termes de virures et de bordages qui seront employés, puisque la nature des planches est désormais identifiée.

15. Communication orale.

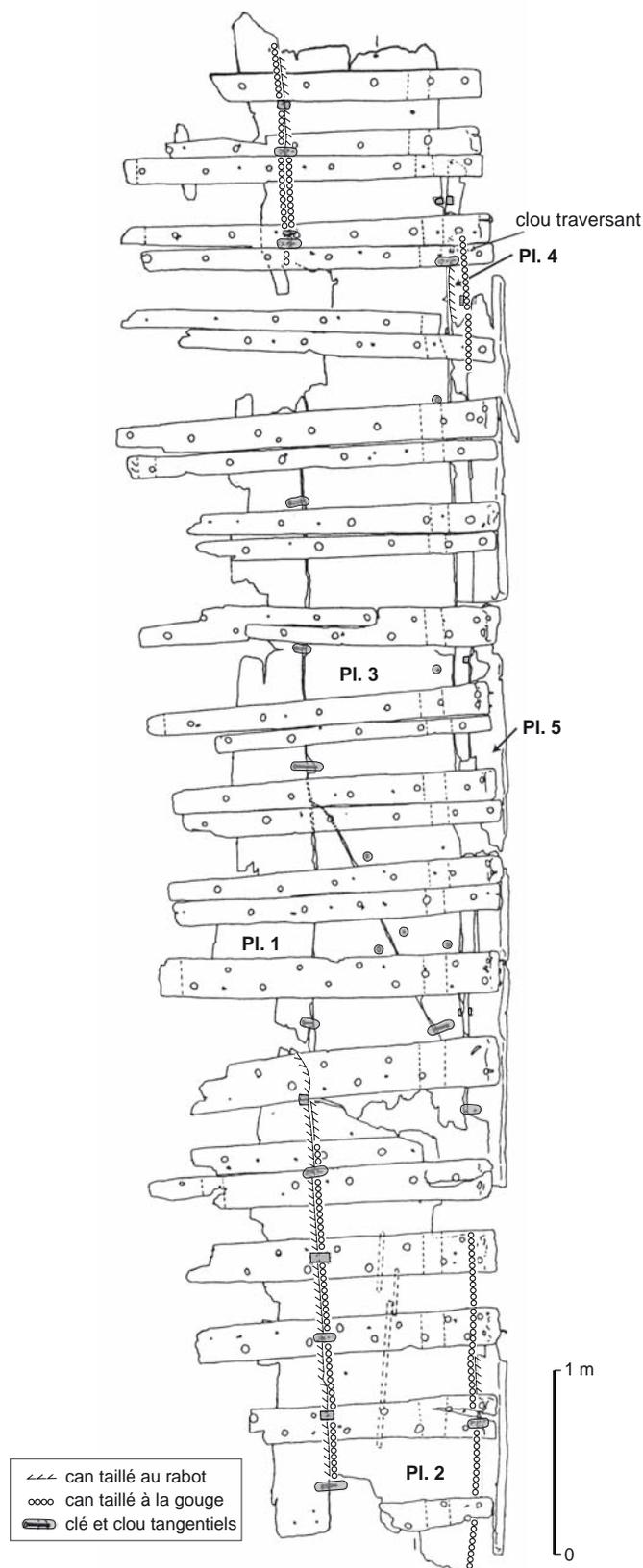


Fig. 15 – Relevé du chaland de Chalon-sur-Saône avec emplacement des clés et des clous tangentiels (dessin : C. Lonchambon).



Fig. 16 – La virure Pl.1 du chaland de Chalon-sur-Saône : vue du bourrelet d'étanchéité constitué de tissu poissé torsadé ; comprimé lors du montage, il a débordé sur l'extérieur de la planche (cliché : musée Denon).

ayant été vus sur toute leur longueur, le nombre de clés repérées correspond à celui d'origine. L'espacement entre les clés est d'environ 68 cm à la jonction entre Pl. 1 et Pl. 3 et de 80 cm à la jonction entre Pl. 1 et Pl. 2. Dans cette seconde zone, les clous tangentiels ont été intercalés sensiblement au milieu des espaces séparant deux clés. En considérant à la fois les clous tangentiels et les clés, l'intervalle moyen entre ces éléments de liaison est de 43 cm, d'axe en axe.

### L'étanchéité

Le système utilisé pour étancher le bateau correspond à un lutage à base de tissu poissé. Dans un cas seulement, un brin apparemment en fibres végétales a été observé en plus du tissu. À la différence du calfatage\* où le matériau d'étanchéité est introduit en force dans les joints des bordages déjà en place, dans le cas d'un lutage le matériau d'étanchéité est inséré entre les bordages au moment du montage. Son maintien est assuré par la compression des deux bordages. On constate en outre ici que le tissu utilisé pour le bourrelet d'étanchéité a été torsadé avant son application. Ceci apparaît très nettement par endroits, aussi bien sur l'extérieur de l'assemblage, où le matériau a débordé, qu'à l'intérieur (fig. 16).

### Les fissures

La face externe de la coque entre les varangues C19 et C26 présente, au niveau de la virure Pl. 2, trois grands bourrelets de tissu poissé correspondant, à l'évidence, à la réparation de fissures (fig. 17). Les bourrelets mesurent respectivement 84 cm, 27 cm et 37 cm de longueur pour environ 2 cm de largeur. Les bords des fissures ont été

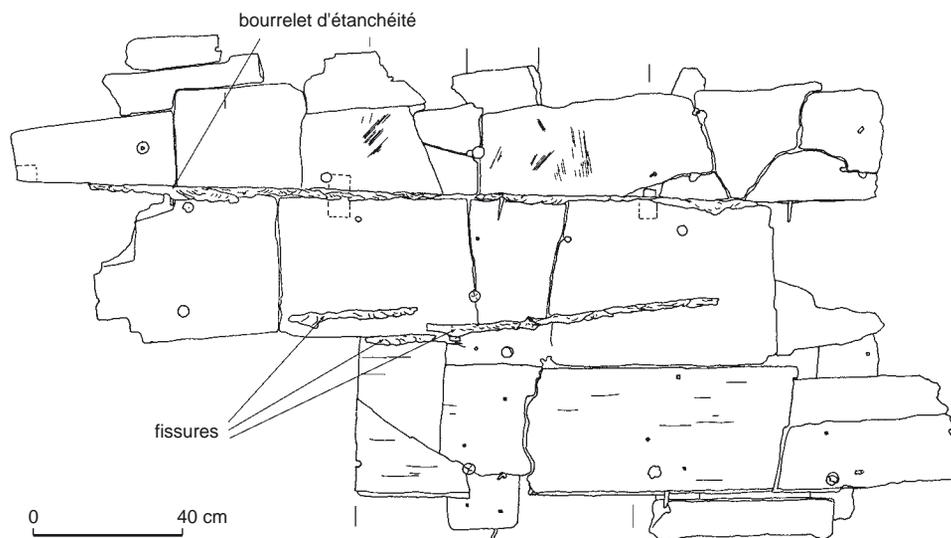


Fig. 17 – Relevé de la face externe de la sole du chaland de Chalon-sur-Saône, entre les courbes C23 et C26 (dessin : C. Lonchambon).

agrandis, vraisemblablement au ciseau, avant de recevoir le tissu poissé inséré en force.

D'après G. Paccaud, ces fissures n'existaient probablement pas au moment de la construction de l'embarcation, les charpentiers étant attentifs à choisir des bois sains. Elles seraient donc intervenues ultérieurement, peut-être en raison d'une mise à sec du bateau ou de tout autre facteur ayant provoqué la dessiccation des bois. De fait, le séchage du bois, qui se traduit par un retrait de l'eau contenue dans les fibres, provoque une contraction de celui-ci et, par conséquent, l'apparition de fissures. Cette contraction conduit également à créer du jeu entre les assemblages. Si, par la suite, on souhaitait utiliser le bateau, il s'avérerait nécessaire, d'une part, de réparer les fissures et, d'autre part, de refaire les bourrelets d'étanchéité. Cette hypothèse expliquerait le bon état des bourrelets d'étanchéité alors que, débordant largement de la face externe de la coque, ils devaient être particulièrement soumis à l'érosion.

Des observations supplémentaires sont venues étayer l'hypothèse d'un démontage du bateau pour réfection des joints.

### Un démontage du bateau ?

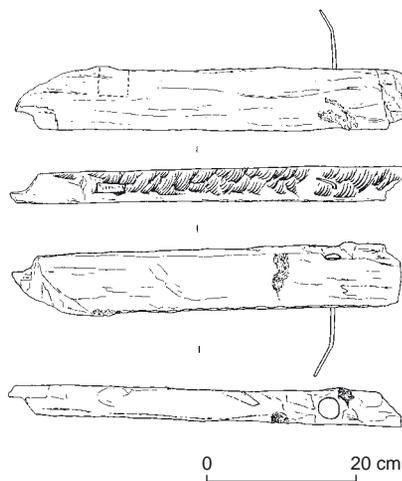
La clé située sous C6 est cassée et recouverte par le bourrelet d'étanchéité. La même observation vaut pour les clés repérées entre les bordages Pl. 1 et Pl. 2 ou Pl. 4 et Pl. 5. Le bordage Pl. 4 étant cassé au niveau de la mortaise, il laisse apparaître d'un côté la clé et de l'autre la mortaise.

On constate que du tissu poissé recouvre la clé cassée et que la mortaise est remplie de poix. À la jonction entre Pl. 1 et Pl. 3, sous C4, on observe la présence d'un bourrelet de tissu poissé torsadé mais aussi une demi-mortaise, dépourvue de clé (fig. 18). Il semble donc que les clés ont été cassées à un moment donné et qu'un nouveau bourrelet d'étanchéité a été inséré entre les bordages sans introduire de clés au préalable.

D'après les traces d'outils visibles sur un fragment de Pl. 4, l'un des cans a été raboté et l'autre taillé à l'aide d'une gouge appliquée obliquement (fig. 19). Ceci nous avait laissé supposer que tous les cans des bordages avaient été



Fig. 18 – Vue d'une demi-mortaise taillée dans la virure Pl. 1 à la jonction avec la virure Pl. 3, sous la varangue C4, dépourvue de clé (cliché : musée Denon).



**Fig. 19** – Relevé d'un fragment du bordage étroit Pl. 4 montrant les cans travaillés respectivement à la gouge et au rabot (dessin : C. Lonchambon).



**Fig. 20** – Vue du can de la virure Pl. 3 à la jonction avec la virure Pl. 1 : initialement façonné au rabot, il a été repris à la gouge dans un second temps (cliché : musée Denon).

façonnés selon ce même principe, de manière à mettre en vis-à-vis les deux types de travail pour favoriser l'adhésion du bourrelet d'étanchéité lors du montage. Un examen complémentaire a néanmoins montré que cet affrontement n'était pas systématique : à la jonction de Pl. 4 et de Pl. 5, sous C5, les deux cans se faisant face semblent avoir été travaillés à la gouge. Les deux types de travail sont même parfois présents sur un seul et même can : ainsi pour celui de Pl. 3 au contact de Pl. 1 entre C1 et C4, mais la gouge a

dû être employée après le rabot car ses traces viennent interrompre celles de ce dernier (fig. 20). Il en va de même pour le can de Pl. 2 face à Pl. 1, entre C20 et C21.

Ces observations nous conduisent à émettre l'hypothèse suivante : le can des bordages a, dans un premier temps, été raboté, ce qui, du fait de la forme de la moulure, contribuait à limiter le débordement du matériau d'étanchéité ; dans un second temps, le travail a été repris ponctuellement à la gouge, peut-être lors d'un remontage du fond du bateau, dans le cadre de travaux d'entretien.

La présence conjointe sous la courbe C4 d'une clé et d'un clou tangentiel pourrait s'expliquer par le fait que le clou a été enfoncé lors du remontage des bordages, sans prendre garde à la présence d'une clé à cet endroit. Ce détail, s'il ne peut être considéré comme une confirmation, va dans le même sens que les observations précédentes.

## CONSTRUCTION ET RÉPARATION DU CHALAND

Au vu de ces éléments, il semble possible de restituer, à titre d'hypothèse, le processus de montage du chaland puis les opérations intervenues lors d'une phase d'entretien ou de réparation de l'embarcation.

### Phase 1 : construction du bateau

- Mise en place du chantier de construction.
- Positionnement des bordages de fond sur le chantier.
- Façonnage du can des bordages : ajustement du profil, bouvetage de la surface et taille des mortaises.
- Installation et fixation probable au chantier du bordage de bouchain Pl. 5.
- Insertion des clés dans les mortaises de Pl. 5 préalablement poissées, la poix faisant office de colle, et application du bourrelet de tissu poissé sur le can et sur les clés.
- Mise en place du bordage étroit Pl. 4 par encastrement des mortaises sur les clés de Pl. 5 ; serrage des bordages faisant déborder le bourrelet d'étanchéité ; enfoncement de clous horizontaux traversants.
- Mise en place, de la même manière, de la virure Pl. 3 contre Pl. 4 et Pl. 5.
- Fixation de Pl. 3 au chantier par quelques chevilles, ainsi que le suggèrent deux trous traversant la virure entre C1 et C2.
- Mise en place, de la même manière, de la virure Pl. 2 contre Pl. 5 et Pl. 3 ; fixation probable au chantier de construction, d'après la présence d'un trou de cheville entre C24 et C25 ; insertion des clous tangentiels sur la couture de Pl. 3 et Pl. 2.

- Même opération pour la virure Pl. 1.
- Suite et fin du montage, que l'état des vestiges ne permet pas de connaître.

### Phase 2 : entretien/réparation du bateau

- Réparation des fissures présentes sur la face externe de Pl. 2 par insertion de tissu poissé.
- Réfection des joints des bordages impliquant :
  - 1) le démontage des bordages et *a fortiori* des varangues. Ceci soulève la question de la présence d'éventuelles traces témoignant de l'extraction des clous. Or deux clous sont décalés et visibles de part et d'autre de C21-C22, et un clou planté de l'extérieur du bateau vers l'intérieur était entièrement recourbé sous C23. Toutefois, d'après G. Paccaud, le démontage des bordages peut intervenir sans laisser aucune trace, sinon celle de la cassure des clés... En fait, si les clous enfoncés depuis l'intérieur du bateau ont pu être prélevés sans dommage, ceci s'avère moins évident pour les clous enfoncés depuis l'extérieur du bateau, qui avaient leur pointe rabattue sur les varangues. L'explication pourrait être la suivante : ces clous n'ont été employés que lors de cette seconde phase. Le système de crochetage des pointes concourait, d'une part, à éviter que les clous ne se désolidarisent sous l'effet des mouvements du bateau et, d'autre part, à renforcer la fixation des varangues ;
  - 2) le prélèvement du bourrelet d'étanchéité ;
  - 3) la reprise, apparemment à la gouge, du can des bordages pour favoriser l'adhésion du nouveau bourrelet ;
  - 4) le remontage des bordages dans une position strictement identique – les demi-clés ou les mortaises vides sont parfaitement symétriques de part et d'autre du bourrelet –, avec insertion des clous tangentiels dans leur cavité originelle, à certaines exceptions près, comme sous C4 où un clou tangentiel est juxtaposé à une clé. Il se peut que les clous tangentiels n'aient été insérés qu'à ce moment-là et non dans la phase 1. Toutefois, pour G. Paccaud, les bois ayant pris leur forme au cours de l'utilisation du bateau, il était aisé de les maintenir dans leur position d'origine pour les remonter sans avoir à recourir à un quelconque système d'ajustage annexe, ce qui plaide en faveur d'une utilisation des clous tangentiels en phase 1 ;
  - 5) la remise en place et la fixation des varangues.
- Suite et fin du remontage.

### BILAN

Les caractéristiques de cette embarcation permettent de la rattacher au principe de construction sur sole\*. Celui-ci se traduit, du point de vue architectural, par le croisement d'un ensemble longitudinal : la sole, et d'un ensemble transversal : la membrure\* constituée de varangues. Celles-ci ont « une fonction primaire d'assemblage et de cohésion des bordés monoxyles de transition et des virures de la sole et une fonction secondaire de renfort de la coque » (Rieth, 2006, p. 73).

À cela s'ajoutent la présence de bordages de bouchain et celle d'éléments de liaison (clés et clous tangentiels) entre les bordages.

Étant donné l'état de conservation de l'embarcation, deux questions importantes restent en suspens : comment se présentaient les flancs et comment étaient-ils reliés au bordage de bouchain ?

### RÉFLEXIONS SUR LES BATEAUX DE CHALON ET ÉTUDE COMPARATIVE

Comme il a été précisé plus haut, l'étude de ces deux embarcations n'a pas pu être exhaustive. Sorti de l'eau, le chaland n'a été que très ponctuellement démonté, en vue de préserver l'embarcation pour une éventuelle étude postérieure, voire une présentation muséographique. Les données n'ont donc été enregistrées de manière systématique que pour certaines parties de l'embarcation. Quant à la pirogue, quelques éléments ont donné lieu à une étude détaillée en surface, mais la majorité des observations a été réalisée sous l'eau, dans des conditions plutôt médiocres. Les informations rassemblées pour ces embarcations, dans le tableau IV, éclairent néanmoins de manière significative les techniques de construction navale en usage à Chalon au 1<sup>er</sup> s. apr. J.-C.

Elles soulèvent par ailleurs certaines questions. En premier lieu, celle de la coexistence d'une pirogue et d'un chaland : s'agit-il d'un cas isolé ? Que signifie-t-elle en matière de construction navale ? Par ailleurs, pour chacun de ces types d'embarcations, dispose-t-on d'éléments de comparaison qui nous permettraient de savoir s'ils présentent certaines spécificités ou s'ils relèvent d'un modèle plus général ? Questions auxquelles nous nous proposons de répondre maintenant, en confrontant nos embarcations à d'autres témoignages de la batellerie antique.

**Tabl. IV** – *Caractéristiques générales des embarcations de Chalon-sur-Saône.*

Donnée	Pirogue	Chaland
Longueur	15,46 m (connue)	8,70 m (connue) – 13,80-18 m / 23 m (estimée)
Largeur	1,62 m	2,10 m (conservée) – 2,30 m (estimée)
Rapport	1/9,5°	1/6° ou 1/8°
Hauteur	72 cm	10 cm (conservée)
Courbes : nombre	38	26
Largeur / épaisseur	7,5 à 22 cm / 5 à 8 cm	20 à 32 cm / 6 à 7 cm
Maille : moyenne	53,75 cm (entre Mb. 2 et Mb. 25)	46 cm
Maille : fourchette	50 à 57,5 cm	42 à 50 cm (exceptionnellement : 30 et 56 cm)
Sens de clouage des courbes	intérieur vers extérieur	intérieur vers extérieur (prioritairement) et inversement (plus rarement)
Assemblages	endentes, mi-bois, sifflet courbe	biseau en sifflet courbe
Éléments de liaison	clous tangentiels	clés et clous tangentiels (43 cm d'axe en axe)
Étanchéité	lutage	lutage
Bois	chêne (monoxyle et courbes) sapin (lisse de plat-bord et fargue)	chêne (bouchain, bordages de fond et courbes)
Trou d'anguillier	central	latéral (x 2)

## LES SITES À PIROGUE ET CHALAND

La présence conjointe d'une pirogue et d'un chaland n'est pas un cas unique. On la retrouve, par exemple, à Pommerœul (Belgique), où des fouilles réalisées en 1975 ont mis au jour deux pirogues et deux barges abandonnées entre la seconde moitié du I<sup>er</sup> s. et le début du II<sup>e</sup> s. apr. J.-C. (De Boe, Hubert, 1977 et 1978), et à Zwammerdam (Pays-Bas), où trois pirogues et trois chalands datés des années 150-225 ont été découverts et fouillés entre 1971 et 1974 (De Weerd, 1978). Voyons si ces embarcations présentent des similitudes avec celles de Chalon.

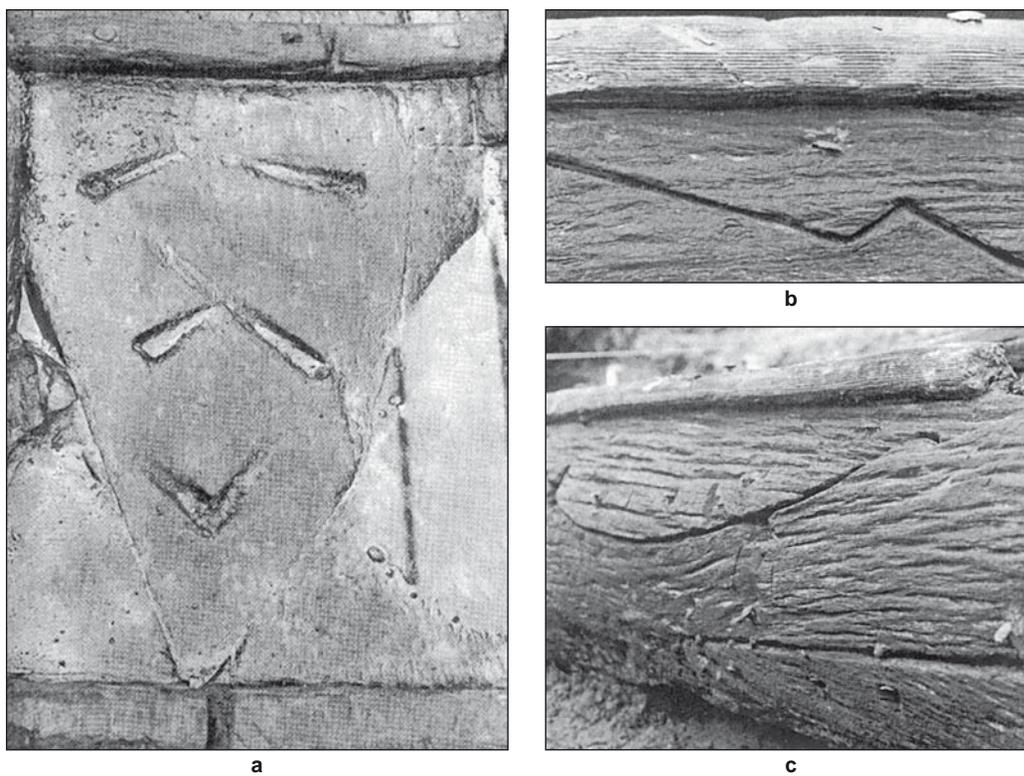
## LES PIROGUES

Les dimensions de la pirogue de Pommerœul la mieux conservée sont de 9,70 m de longueur, pour un total estimé à 11,50 m-12 m, 98 cm de largeur, 58 cm de hauteur en incluant le plat-bord, et 5 cm d'épaisseur. Elle est constituée d'une base monoxyle de 7,20 m de longueur, dotée d'un fond plat et de flancs incurvés car ils suivent la forme du tronc. Cette base a reçu plusieurs adjonctions. L'une des extrémités est constituée de trois éléments assemblés : deux demi-pirogues en forme de L, formant bouchain et disposées de part et d'autre d'une planche dont l'extrémité pointue est endentée dans le fond monoxyle (fig. 21a). Assemblées à la base monoxyle par un écart en trait de Jupiter – ce type d'assemblage a l'avantage d'assurer un contact maximal entre les bois et la présence de « dents » évite que des glissements longitudinaux ne se produisent (fig. 21b) –, les demi-pirogues ont une forme de cuillère décrivant une

levée en pente douce. Quatre courbes en forme de L sont disposées en position alternée et fixées par des clous ; une cinquième courbe est taillée dans la masse du bois. Dans la base monoxyle, les parties faibles du bois, sans doute des nœuds, ont été remplacées par du bois sain : deux planches assemblées à la partie monoxyle par un écart savant – une ligne courbe avec trait de Jupiter\* (fig. 21c) – se font face sur le haut des flancs, à peu près au centre de la pirogue ; une troisième planche est insérée dans la partie basse de l'un des flancs. Des clous tangentiels relient les pièces rapportées à la base monoxyle. Les assemblages sont calfatés à l'aide d'une ficelle fixée par de multiples petits clous.

En ce qui concerne les pirogues de Zwammerdam, nous retiendrons l'exemplaire n° 3 qui offre d'intéressants éléments de comparaison avec celle de Chalon. En chêne, dotée d'un fond plat et de flancs rectilignes et ouverts vers le haut, elle mesure 10,40 m de longueur pour environ 1,40 m de largeur (fig. 22). La base monoxyle est surélevée par un bordage en sapin disposé à clin. Des paires de courbes, clouées et disposées en position alternée, assurent la liaison entre la partie monoxyle et le bordage de surélévation, moyennant un ressaut dans la courbe afin d'épouser le décalage produit par le clin. Il existe une petite emplanture de mât. La levée amont est constituée d'une pièce rapportée en chêne, maintenue à la base monoxyle par des clous.

Un premier constat s'impose : par rapport à ces exemplaires rhénans, la pirogue de Chalon est exceptionnelle de par ses dimensions. Nous avons déjà souligné cette caractéristique, mais elle trouve ici une preuve supplémentaire. D'où également la présence dans cette pirogue d'une membrure plus dense, de manière à renforcer la



**Fig. 21** – Pirogue de Pommerœul la mieux conservée : **a**, détail de la pièce rapportée dans le fond monoxyle ; **b, c**, détails des pièces rapportées dans un flanc (d'après De Boe, Hubert, 1977, fig. 27-29).



**Fig. 22** – Vue d'ensemble de la pirogue n° 3 de Zwammerdam (d'après Arnold, 1992b, p. 54).

base monoxyde fragilisée par sa grande taille. On remarque cependant quelques points communs : la pirogue de Chalon partage avec celle de Pommerœul l'adjonction d'une levée composée de plusieurs parties assemblées et avec celle de Zwammerdam la présence d'une planche de surélévation du flanc en sapin disposée à clin. Si l'on considère les assemblages mis en œuvre, elle se situe entre celle de Zwammerdam, marquée par une grande simplicité, et celle de Pommerœul, dotée d'écartés complexes. En revanche, la pirogue de Chalon est la seule à posséder à la fois une lisse de plat-bord et une fargue, ce qui suggère l'hypothèse suivante : n'aurait-elle pas été équipée, dans un premier temps, uniquement d'une lisse, à la manière de la pirogue de Pommerœul, puis, dans un second temps, surélevée afin d'augmenter sa capacité de charge ? Deux éléments plaident en faveur de cette hypothèse : d'une part, le fait que les clous fixant les courbes au flanc, bien qu'enfoncés depuis l'intérieur du bateau, ne traversent pas la fargue ; d'autre part, le fait que la hauteur des courbes n'excède pas celle du flanc (à l'inverse de Zwammerdam) et qu'il n'y a apparemment pas eu de pièces rapportées pour les surélever.

Visiblement, dans le cas de Chalon, les constructeurs ont cherché à optimiser les possibilités offertes par une embarcation de type monoxyde.

## LES CHALANDS

### Les chalands de Pommerœul

À Pommerœul, le chaland le mieux conservé mesure 12,70 m de longueur pour une taille initiale estimée à 18-20 m, 3 m de largeur maximale et 67 cm de hauteur (fig. 23). Il s'agit de la partie arrière et centrale de l'embarcation. La sole comprend trois bordages disposés à franc-bord entre deux bordés monoxydes de transition. Ceux-ci ne sont pas surélevés mais simplement recouverts par un plat-bord monoxyde. La poupe, formée de quatre bordages, dont un étroit, disposés à franc-bord, est endentée dans la partie centrale de la sole, ce qui permettait de galber le fond qui se relève jusqu'au sommet des flancs. L'indenture est recouverte par une double courbe. Monoxydes dans la partie centrale, les flancs sont prolongés à chaque extrémité par une cuillère, en l'occurrence une demi-pirogue formant relevaison, assemblée par un écart en trait de Jupiter. Les varangues sont disposées par paires, avec alternance du retour vertical. Elles sont fixées aux bordages par des clous enfoncés de l'intérieur ou de l'extérieur du bateau pour la sole, mais seulement de l'intérieur du bateau vers l'extérieur pour les flancs.



**Fig. 23** – Vue d'ensemble du chaland de Pommerœul le mieux conservé (d'après De Boe, Hubert, 1977, fig. 32).

Le chaland n° 2 est très fragmentaire : n'ont été conservés que deux fragments du flanc avec départ du fond. D'une hauteur de 50 cm, sans plat-bord, ils couvrent une longueur de 15 m. Deux particularités sont à noter par rapport au chaland précédent : les bordages de fond sont cloués entre eux ; le flanc de l'extrémité conservée n'est pas constitué d'une cuillère mais d'un assemblage de planches « montées à joint vif et à angle droit ».

Le système d'étanchéité de ces deux chalands est le même que celui utilisé pour la pirogue : par insertion dans les joints de ficelles maintenues en place par de petits clous à tête plate, très rapprochés, plantés depuis l'extérieur du bateau.

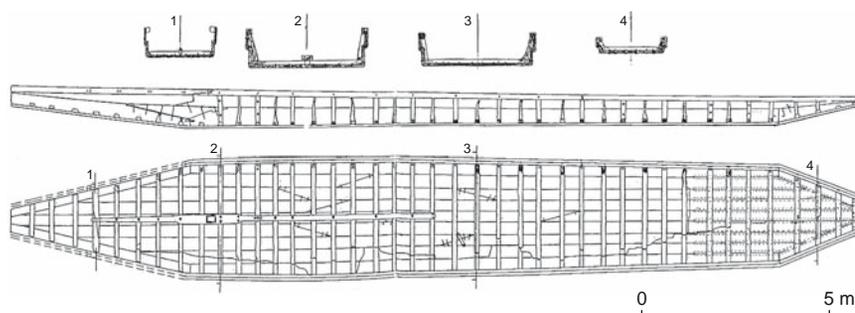


Fig. 24 – Plan et coupe du chaland n° 2 de Zwammerdam (d'après Arnold, 1992b, p. 78).

### Les chalands de Zwammerdam

Le chaland *Zwammerdam 2*, de section rectangulaire, mesure 22,75 m de longueur pour 2,80 m de largeur et 95 cm de hauteur (fig. 24). Disposées isolément, les 37 courbes en forme de L ont leur retour disposé alternativement à bâbord et à tribord ; un genou\* est mortaisé dans l'extrémité de la courbe dépourvue de retour vertical, de sorte que chaque courbe présente une forme en U l'assimilant à un couple. Cette disposition vaut également pour les deux autres chalands. La sole est constituée de sept virures formées de deux à trois parties assemblées au moyen d'écartes en sifflet consolidés par un ou deux clous tangentiels placés à chacune des extrémités de l'écart. Le bordé monoxyle de transition, en forme de L, mesure 30 cm pour la partie horizontale et 50 cm pour la partie verticale. Il est surélevé par adjonction d'un bordage disposé à clin mais avec un très faible recouvrement, juste suffisant pour enfoncer les clous de fixation. La levée de la proue est assemblée au bordé monoxyle de transition, au niveau du flanc, au moyen d'un écart en Y consolidé par des clous tangentiels. Située au quart avant du bateau, une emplanture de mât, sans doute destinée à un mât de halage, est aménagée dans un madrier disposé longitudinalement dans la moitié avant du bateau et encastré sur les courbes. Toutes les liaisons sont faites au moyen de larges clous en fer, pour partie à pointe rabattue, à l'exception des courbes fixées également avec des chevilles en alternance avec les clous. Du fait de la présence de chevilles, de couples et non de paires de courbes, d'une étrave et d'une emplanture sous forme de carlingue, M. De Weerd considère que cette embarcation est une construction romaine, ou tout au moins construite selon les directives de Romains.

Le chaland *Zwammerdam 6* présente également une section rectangulaire et une emplanture de mât du même

type que celle de *Zwammerdam 2*, mais il se termine par des levées marquées par l'entrecroisement de deux varangues. D'une longueur de 20,25 m pour 3,40 m de largeur et 90 cm de hauteur, le retour vertical du bordé monoxyle de transition, en forme de L, d'une hauteur de 45 cm, est surélevé par un bordage disposé à franc-bord et maintenu par des clous tangentiels enfoncés dans des cavités pré-établies. Le flanc est complété par une fargue disposée à clin et une lisse de renfort\* qui prend en tenaille le sommet des genoux et des courbes. En deux endroits un joint par tenon-mortaise est utilisé en plus des clous pour assembler le bordage au bordé monoxyle de transition.

Le chaland *Zwammerdam 4*, qui se distingue par une section horizontale légèrement incurvée, mesure 34 m de longueur pour 4,40 m de largeur et 1,20 m de hauteur. Les varangues sont ici disposées par paires et de manière alternée. Le bordé monoxyle de transition, en forme de L (85 cm de hauteur x 25 cm), est surélevé par un bordage posé à clin. Des renforts intérieurs longitudinaux sont cloués sur les genoux et les courbes. Une emplanture de mât transversale, apte à porter un mât de voile, est aménagée au quart avant du bateau.

L'étanchéité de ces deux derniers chalands est assurée par un calfatage à base de fibres végétales (paille et roseau) maintenu par des milliers de petits clous.

L'étude de ces chalands avait suggéré à l'époque à M. De Weerd (De Weerd, 1978) qu'ils formaient un groupe spécifique de bateaux de transport rhénan<sup>16</sup> dont l'usage s'était prolongé jusqu'en Suisse – par comparaison avec les découvertes d'Yverdon et Bevaix. Afin de suivre son raisonnement, voyons sommairement les caractéristiques de ces embarcations helvétiques.

16. Groupe au sein duquel il incluait le chaland de Druten, retrouvé à proximité de Zwammerdam.

### Le chaland de Bevaix

Daté de la fin du II<sup>e</sup> s., ce chaland, d'une longueur de 19,35 m pour 2,80 m de largeur, est doté d'un fond plat constitué de bordages disposés à franc-bord, sans aucun élément de liaison (fig. 25, n<sup>o</sup> 1). Les flancs sont formés de quatre bordés monoxyles de transition, à raison de deux pour chaque flanc, assemblés par des écarts en trait de Jupiter. Ils sont surélevés par adjonction d'un bordage disposé à franc-bord. Ils sont complétés aux extrémités par des cuillères, assemblées par des écarts en trait de Jupiter. Les bordages de fond ont, pour les principaux, une largeur de 60 cm. S'y ajoutent quelques bordages étroits. Le façonnage des bordages ne résulte pas d'un débitage standardisé, mais de l'utilisation de la taille maximale du tronc, allant même jusqu'à conserver une partie de l'aubier. Le can tribord des bordages de fond est systématiquement chanfreiné pour permettre l'insertion du calfatage. Celui-ci est constitué d'une superposition d'éléments enfoncés en force dans les joints des bordages depuis l'extérieur du bateau, successivement : une cordelette, deux ou trois boudins de mousse, puis une latte de saule maintenue par de nombreux petits clous. À l'exception des bordages étroits, tous les autres sont fixés aux courbes par de nombreux clous, enfoncés de l'intérieur du bateau vers l'extérieur. Les courbes, en forme de L, sont façonnées dans le tronc d'un chêne et le départ d'une branche maîtresse (Arnold, 1992a).

### Le chaland et la barque d'Yverdon

Relativement semblable au chaland de Bevaix pour ce qui est du schéma général (avec une longueur estimée de plus de 20 m et 2,75 m de largeur), le chaland d'Yverdon (Arnold, 1992b), daté des années 110-112, présente néanmoins une particularité : des éléments de liaison sont présents entre les bordages (fig. 25, n<sup>o</sup> 2). Attestés très ponctuellement du fait de l'état d'érosion du bateau et des conditions d'étude, il sont de deux types :

- des clous horizontaux enfoncés de l'extérieur du bateau vers l'intérieur pour la jonction entre le bordé monoxyde de transition et le premier bordage de fond ;
- des clous tangentiels enfoncés de l'intérieur du bateau vers l'extérieur, entre deux des bordages de fond et le bordé monoxyde de transition.

La présence d'éléments de liaison se retrouve sur la barque d'Yverdon. Plus récente que les chalands de Bevaix et d'Yverdon (fin du III<sup>e</sup> s.-début du IV<sup>e</sup> s.), cette embarcation relève en outre d'un système architectural différent

puisque'elle est formée de deux pièces monoxyles taillées en forme de demi-pirogue. Elle affiche également des dimensions plus restreintes (10 m de longueur). Ce qui nous importe ici est de constater que des tiges métalliques ont été insérées dans les cans des deux éléments monoxyles de manière à les ajuster au moment de la construction. Des clous tangentiels ont ensuite été fichés en sens alterné de part et d'autre de la couture centrale, du côté intérieur, avec un espacement de 30 cm à 35 cm. Ils auraient eu pour fonction, selon B. Arnold, de maintenir le calfatage.

### L'interprétation de Maarten De Weerd

Le groupe rhénan peut, selon Maarten De Weerd, se rattacher à la construction « celtique », ou « continentale » pour adopter un terme plus neutre. Le qualificatif de « celtique » avait été proposé en 1976 par Peter Marsden pour désigner des chalands découverts entre 1962 et 1975, principalement en contexte fluvial, mais aussi lacustre<sup>17</sup>, et dont la particularité était de ne relever d'une tradition de construction navale ni scandinave ni méditerranéenne. Depuis, l'appellation de cet ensemble d'embarcations a été renouvelée et l'on trouve désormais fréquemment employé le terme de « romano-celtique » à l'étranger<sup>18</sup>. L'adjectif « romain » rend compte d'une unité chronologique : la datation de ces bateaux s'étend du I<sup>er</sup> s. au IV<sup>e</sup> s. apr. J.-C. L'adjectif « celtique » renvoie, quant à lui, à une unité spatiale : ces embarcations proviennent toutes de régions occupées par des populations de culture celtique.

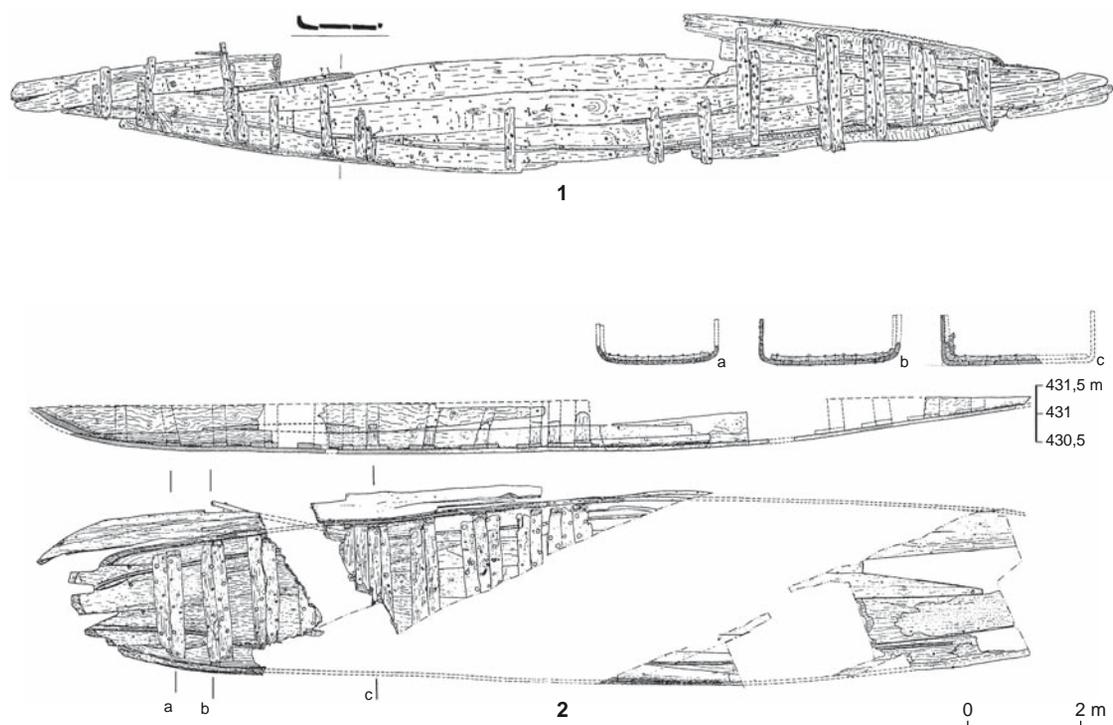
M. De Weerd identifie comme caractéristiques architecturales des bateaux de ce groupe rhénan :

- l'assemblage des bordages à franc-bord ;
- leur insertion entre deux bordés monoxyles de transition, éventuellement surélevés par l'adjonction d'un bordage ;
- l'absence de joints sous forme de tenons-mortaises ;
- la fixation des courbes à la sole par le biais de clous à pointe rabattue.

Ce type de construction ne s'avère toutefois pas exclusif ; certains éléments issus du site de Zwammerdam reflètent l'influence de techniques de construction navale méditerranéennes : ainsi *Zwammerdam 2*, décrit précédemment, mais aussi un gouvernail dont la pale a été élargie par adjonction de planches assemblées au moyen de tenons-mortaises chevillées. Un ensemble de bordages en conifère retrouvé

17. On trouvera un recensement exhaustif de ces découvertes dans Barbot, 2001.

18. En France, on parle plutôt d'embarcations « gallo-romaines ».



**Fig. 25** – Les chalands du lac de Neuchâtel : 1, plan du chaland de Bevaix réalisé sous l'eau (d'après Arnold, 1992a, p. 26-27) ; 2, plan et coupes du chaland d'Yverdon (d'après Arnold, 1992b, p. 16-17).

sur le site de Zwammerdam présente des assemblages similaires ; s'il correspond bien à un fragment de bateau, il s'agirait, selon M. De Weerd, du troisième exemplaire d'embarcation de construction entièrement méditerranéenne découverte au nord des Alpes, parallèlement aux épaves de County Hall à Londres (Angleterre) et Vechten sur le Rhin (Pays-Bas).

Les analyses polliniques réalisées sur le calfatage des chalands de Zwammerdam ainsi que sur le bois de la pirogue n° 3 et du pont de la pirogue n° 5 indiquent comme région de construction de ces embarcations le sud de l'Allemagne. M. De Weerd en déduit que les chalands de Zwammerdam sont postérieurs à l'an 150, période marquée par des affrontements avec les tribus germaniques situées au-delà du *limes* de Germanie inférieure. Selon lui, pour faire face à ces insurrections, l'administration romaine fit reconstruire en pierre les vieux forts en bois situés en aval du *limes*. À cette fin, les constructeurs de bateaux locaux, originaires du sud de la Germanie, ont élargi leurs petits bateaux, en l'occurrence des pirogues, éventuellement surélevées par quelques virures, jusqu'à la taille requise par l'armée romaine. Ainsi, la construction serait d'origine indigène, mais la taille romaine.

En quoi ces chalands et l'analyse qu'en fait M. De Weerd peuvent-ils contribuer à nos propres réflexions ? En ce qu'ils donnent, tout d'abord, des pistes pour identifier les motifs ayant conduit à la construction de la pirogue et du chaland de Chalon ; ensuite, en ce qu'ils témoignent d'importantes divergences entre les chalands du groupe rhénan et celui de Chalon, et nécessitent donc de chercher ailleurs des éléments de comparaison plus probants ; enfin, en ce qu'ils soulèvent la question des influences romaines dans la réalisation de ces embarcations.

#### MATÉRIAUX ET SYSTÈMES ARCHITECTURAUX

Tout comme les chalands de Zwammerdam, les bateaux de Chalon semblent répondre à une volonté d'accroître les capacités de charge des embarcations. Rappelons qu'au milieu du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., la ville romaine de Chalon est en pleine expansion, ce qui a probablement entraîné un accroissement du trafic fluvial. Toutefois, même améliorée, ainsi que nous l'avons vu précédemment, la construction monoxyle n'autorisait que des chargements limités : d'après les estimations de Philippe Thômé, la pirogue, avec un tirant d'eau de 60 cm, ne pouvait charger que 5,09 t. Les

vestiges du chaland sont trop fragmentaires pour permettre une estimation de sa capacité de charge, mais elle était sans nul doute supérieure à celle de la pirogue, pour une longueur peu supérieure. La différence vient de la largeur accrue qu'il était possible de donner au bateau en recourant à un assemblage de planches.

Le recours à une construction assemblée plutôt qu'à une construction monoxyle pour obtenir une embarcation dépassant 15 m de longueur n'a rien d'étonnant : outre l'énorme gaspillage de bois qu'entraînait la construction monoxyle, on se trouve là aux limites des dimensions que cette technique héritée de la Préhistoire permettait d'atteindre. L'arbre dans lequel la pirogue de Chalon a été façonnée avait un diamètre approchant probablement 2 m. Même en considérant qu'il s'agissait d'un arbre de taille basse, et non de haute futaie, et en supposant que des conditions climatiques ou une position géographique particulièrement favorable ont pu faciliter sa croissance, ce chêne était sans doute vieux de plusieurs centaines d'années lorsqu'il a été abattu<sup>19</sup>. Cela soulève la question des ressources forestières disponibles et de leur possible épuisement en liaison avec la romanisation.

Toutefois, si elle constitue une avancée technique dans la mesure où elle se libère de la base monoxyle, la construction du chaland ne s'affranchit pas pour autant complètement de cette tradition ancestrale. Outre la présence de bordages de bouchain, le façonnage des virures (utilisant la plus grande largeur du tronc, tout comme le chaland de Bevaix) et celui des varangues (taillées dans la masse) témoignent d'une persistance des procédés issus de la tradition monoxyle. Cela dit, l'utilisation de paires de varangues ou de varangues uniques, mais assemblées (C12), semble suggérer qu'il devenait difficile de trouver suffisamment d'arbres pour tailler dans la masse toutes les varangues en leur donnant une forme en U. Notons que c'est vers la fin du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. que les ateliers de Saint-Jean-des-Vignes ont migré au sud de Chalon, à la périphérie de la forêt de la Ferté. De fait, la fouille des ateliers châlonnais atteste leur cessation d'activité à cette époque ; parallèlement, le lit de la Saône a livré des types de céramique rigoureusement identiques au sud de Chalon, ce qui constitue un indice très probable d'un déplacement progressif des sites de chargement du nord vers le sud de la ville durant la seconde moitié du I<sup>er</sup> s.

19. Pour le bateau de Blackfriars (Londres, II<sup>e</sup> s. apr. J.-C.), Peter Marsden indique que pour obtenir les plus larges virures du fond, il a fallu un tronc de chêne d'au moins 2,30 m de diamètre, ce qui devait correspondre à un arbre vieux de 200 ou 300 ans (Marsden, 1977, p. 286).

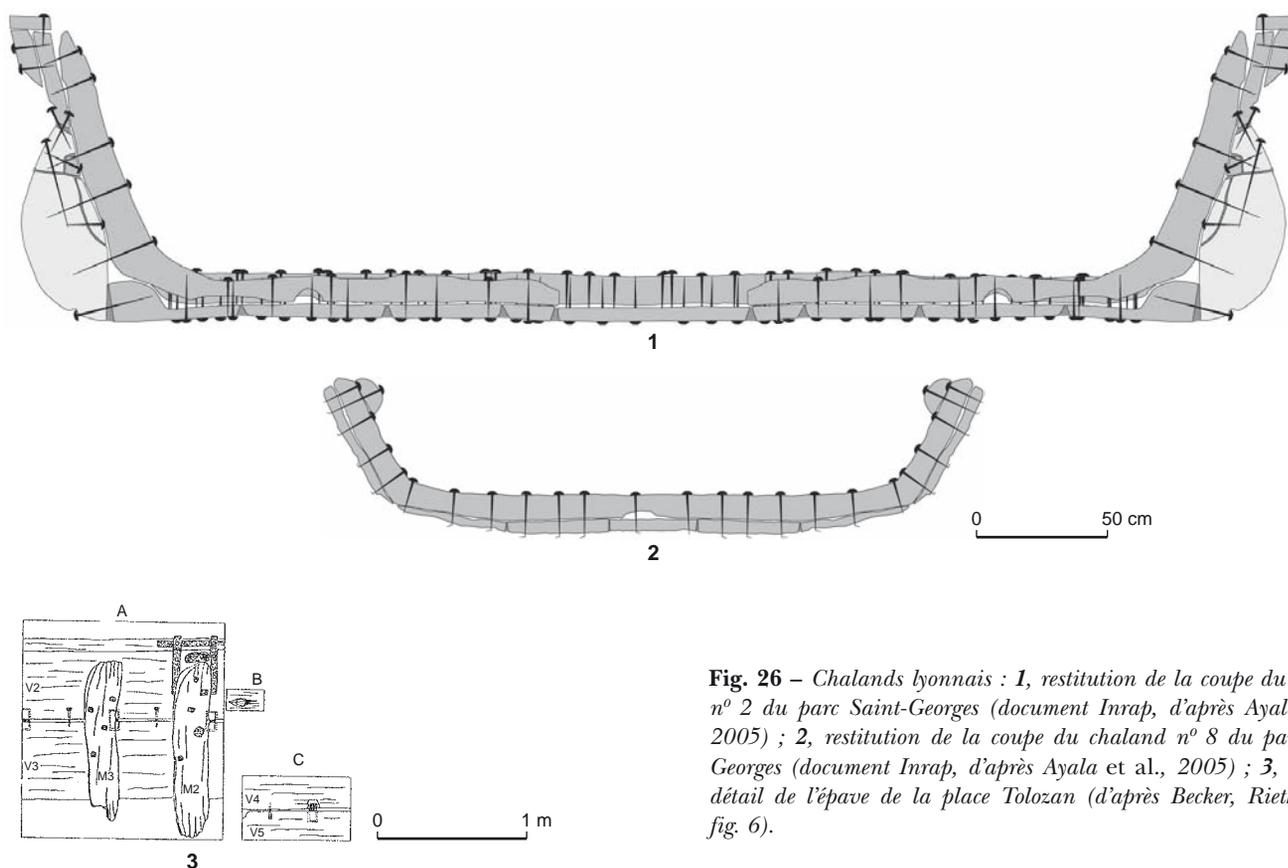
On peut se demander si ce transfert en périphérie d'un important massif forestier ne résulte pas d'une surexploitation forestière liée à l'émergence de la ville de Chalon et à la forte consommation de bois qui en a découlé. On peut également s'interroger sur la conséquence de ces éventuels problèmes d'approvisionnement en chênes de grande taille à l'égard des techniques de construction navale. N'auraient-ils pas conduit à abandonner assez rapidement les techniques traditionnelles monoxyles au profit d'une construction assemblée ?

### L'ÉTANCHÉITÉ

Si elles diffèrent dans la manière de « penser » la structure de l'embarcation, les techniques utilisées pour les deux bateaux châlonnais se rejoignent en ce qui concerne le système d'étanchéité utilisé, à savoir un lutage à base de tissu poissé.

D'après A. Vernhet, la poix correspond à de la résine de pin extraite en distillant les petites branches du pin et leurs aiguilles vertes. Sa production est attestée dans le sud de la France aux I<sup>er</sup> s. et II<sup>e</sup> s. apr. J.-C., en relation avec l'exploitation forestière pour approvisionner en bois de chauffe les fours de céramique sigillée de la Gaufresenque. Cette poix des Causses était en majeure partie exportée vers la côte méditerranéenne, où elle était utilisée pour enduire les coques des bateaux et pour l'entretien des voiles et des cordages. Elle était, dans une moindre mesure, destinée aux régions viticoles, où elle servait à enduire l'intérieur des amphores à vin : elle lui conférait une saveur poissée, appréciée des Romains (Vernhet, 1993). Les découvertes du pont romain de Chalon prouvent que, dans la région, son usage n'était pas limité au poissage des amphores. Il s'étendait également à la construction navale et à double titre : pour assurer l'étanchéité des bateaux et pour protéger les bois. Il n'est donc pas surprenant de la retrouver sur les sites portuaires antiques de la Saône, associée à des bourrelets de tissu de lutage, au port Guillot à Lux (Saône-et-Loire), et au « Petit Creusot », sur la rive gauche de la Saône chalonnoise (voir *infra*, annexe, p. 103).

Le recours à du tissu poissé et à la technique du lutage constitue l'une des caractéristiques essentielles qui distinguent les embarcations châlonnaises de celles analysées par M. De Weerd (chalands de Zwammerdam et embarcations helvétiques), mais aussi de celles de Pommerœul, qui font intervenir un calfatage à base de végétaux (ficelle, paille, roseau, étoupe, mousse). Cette spécificité permet, en revanche, de rapprocher les bateaux de Chalon d'autres



**Fig. 26** – Chalands lyonnais : 1, restitution de la coupe du chaland n° 2 du parc Saint-Georges (document Inrap, d'après Ayala et al., 2005) ; 2, restitution de la coupe du chaland n° 8 du parc Saint-Georges (document Inrap, d'après Ayala et al., 2005) ; 3, relevé de détail de l'épave de la place Tolozan (d'après Becker, Rieth, 1995, fig. 6).

embarcations récemment mises au jour à Lyon, dans la Saône, et à Arles, dans le Rhône. Très bien conservés, ces chalands peuvent fournir des points de comparaison intéressants pour le chaland de Chalon.

## LES CHALANDS À TISSU POISSÉ

### LES CHALANDS DE LYON

À l'occasion de l'aménagement du parc de stationnement Saint-Georges sur la rive droite de la Saône, quai Fulchiron à Lyon, une vaste opération archéologique réalisée entre octobre 2002 et juin 2004 sous la direction de Grégoire Ayala (Ayala *et al.*, 2005) a permis de découvrir six embarcations antiques dont l'étude a été assurée par Marc Guyon (Guyon, 2005).

#### Les chalands du parc Saint-Georges

Parmi ces six embarcations, les chalands n°s 2 à 5, datés du milieu du II<sup>e</sup> s. au début du III<sup>e</sup> s. apr. J.-C., présentent une structure de base similaire (fig. 26, n° 1). Les parties

conservées sont toutes en chêne, à l'exception de demi-troncs en sapin formant les flancs monoxyles. La sole est formée de bordages disposés à franc-bord, sans éléments de liaison. La membrure, au maillage serré, présente une alternance régulière : toutes les trois varangues plates sont insérées deux courbes qui se font face. La fixation de ces éléments transversaux à la sole se fait au moyen de clous enfoncés à la fois de l'intérieur et de l'extérieur du bateau. L'épave n° 4 est pourvue d'une emplanture de mât. Le bordage de bouchain, en forme de L couché, avec simple ressaut en guise de retour vertical, est d'un seul tenant ou bien composé de plusieurs parties assemblées. Les flancs se composent d'un ou de plusieurs demi-tronc(s) de sapin, dont la partie inférieure recouvre entièrement le ressaut du bordage de bouchain. La fixation à ce niveau se fait au moyen de grands clous enfoncés depuis l'extérieur du bateau. La fixation du flanc au retour vertical des courbes se fait au moyen de clous enfoncés uniquement depuis l'intérieur du bateau. La base monoxyle du flanc est surélevée par adjonction d'une virure disposée à franc-bord. Celle-ci est complétée, dans l'épave n° 2, par une lisse de renfort disposée sur la partie supérieure externe de la virure. La présence d'une lisse de plat-bord est également

attestée dans cette épave. La face interne de chaque flanc était enduite de poix. L'étanchéité de l'ensemble était obtenue par insertion dans les joints de tissu poissé, dont l'adhésion était renforcée par une taille des cans en biseau. Dans l'épave n° 2, les cans en vis-à-vis sont façonnés respectivement en biseau et en ressaut. La présence de réparations ou de consolidations sous forme de palâtrages\* au plomb maintenus par des séries de petits clous témoigne de l'usage prolongé de certaines de ces embarcations. La longueur estimée des bateaux, en se basant sur un rapport L/l de 1/6<sup>e</sup> à 1/8<sup>e</sup>, varie entre une trentaine et une quarantaine de mètres pour une largeur comprise entre 4,50 m et 5 m environ ; la hauteur est proche du mètre (voir *Saint-Georges 4*).

Répondant à un schéma sensiblement identique, l'épave n° 7, plus tardive puisque datée de la seconde moitié du III<sup>e</sup> s., est la seule dans laquelle des clous tangentiels ont été insérés au niveau des coutures de la sole.

### ***Saint-Georges 8* et le bateau de la place Tolozan**

Daté de 55 apr. J.-C., le chaland *Saint-Georges 8*, que Marc Guyon distingue des précédents en raison de ses spécificités (Guyon, 2005, p. 1-35), mesure 2,80 m de largeur pour 50 cm de hauteur et 17,50 m de longueur, sa longueur totale étant estimée à 18-25 m. Entièrement en chêne, il est pourvu de bouchains composés (fig. 26, n° 2). Sa membrure est constituée de varangues en U, dont « certaines ont été taillées dans la masse ». Les bordages de sole sont « pré-assemblés les uns aux autres à l'aide d'un clouage tangential et d'assemblages de type clés non-chevillées. Des logements ont été creusés dans la surface du bois afin de recevoir les têtes des clous tangentiels ». Les clés mesurent 10 cm à 11 cm de longueur pour 10 cm de largeur et 10 cm à 13 cm d'épaisseur.

La présence d'éléments de liaison entre les bordages tend à rapprocher cette embarcation d'une autre épave lyonnaise mise au jour sur la place Tolozan en 1990 et d'une datation voisine : le début du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. (Becker, Rieth, 1995). Conservé sur 7 m de longueur seulement pour 2,40 m de largeur, ce vestige se caractérise par la présence de clés et de clous tangentiels entre le bordage de bouchain et le premier bordage de fond (fig. 26, n° 3). Ces deux types d'assemblage sont, selon les auteurs, « sans doute uniquement destinés à réaliser provisoirement la cohésion des pièces de charpente avant la mise en place des varangues et leur clouage ». Quant au système utilisé pour étancher le bateau, sont signalés « des éléments de calfatage retrouvés en différents points de la coque. Ils sont constitués de morceaux de tissu (laine tissée) enduit de brai ».

### **LE CHALAND *ARLES-RHÔNE 3***

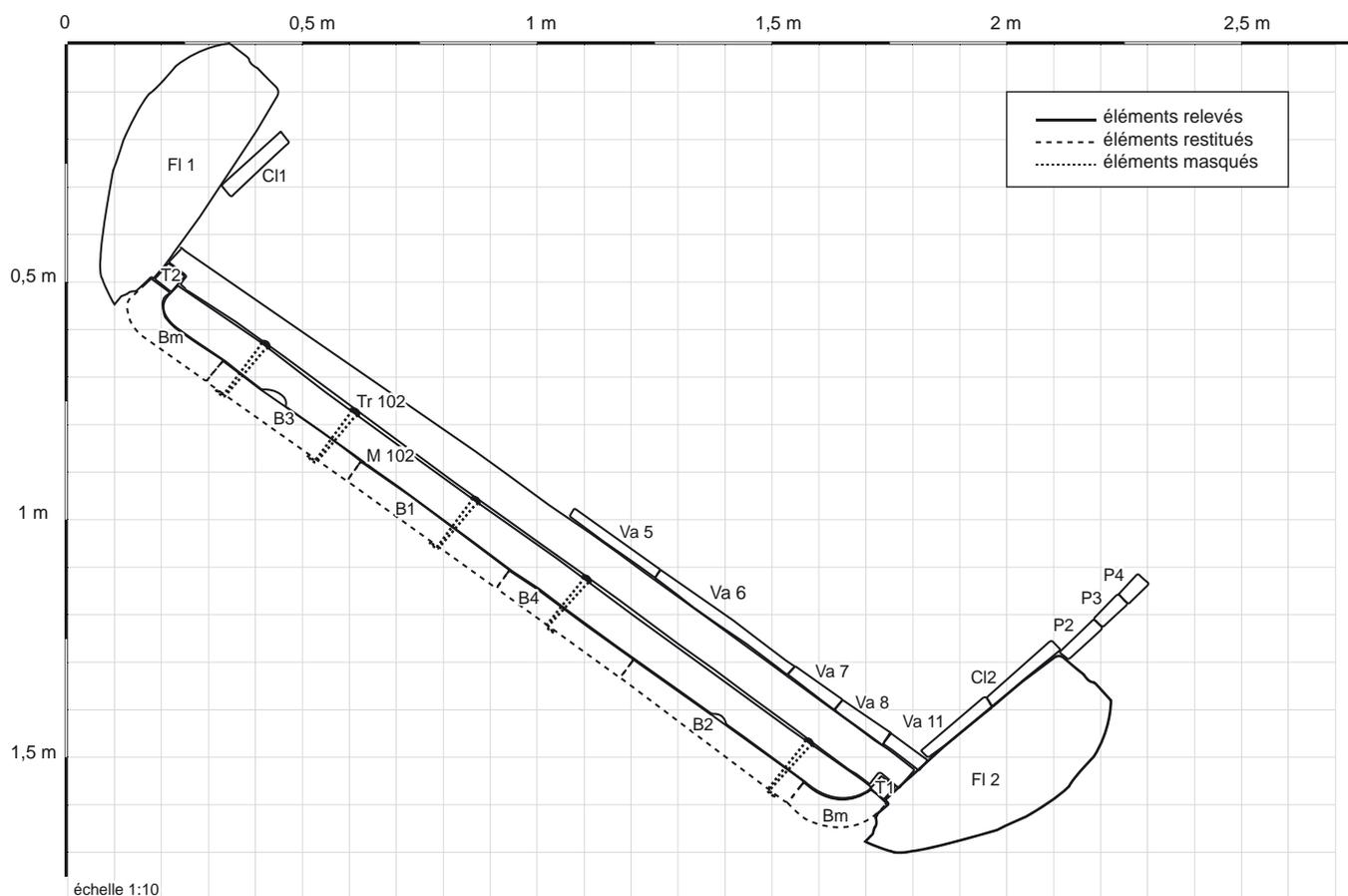
Depuis 1985, la rive droite du Rhône en Arles fait l'objet d'investigations archéologiques subaquatiques sous la direction de Luc Long, conservateur au DRASSM. Ces recherches ont donné lieu à la découverte de plusieurs épaves antiques. Entreprise en 2005 (Long *et al.*, 2005), l'étude du chaland *Arles-Rhône 3* mis au jour en 2004 est encore en cours (Marlier *et al.*, 2007).

Daté du milieu du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., cette embarcation, d'une longueur totale de 26 m au minimum pour une largeur de 2,50 m et 87 cm de hauteur, est pourvue d'un fond plat constitué de bordages disposés à franc-bord entre deux bordages de bouchain en forme de L couché (environ 20 cm de largeur pour 8 cm à 10 cm de hauteur), légèrement ouvert et arrondi (fig. 27). Comprenant à bâbord au moins deux parties assemblées par un écart en « décrochement en escalier » proche du trait de Jupiter, les bordages de bouchain sont prolongés au niveau de la poupe formant levée par des bouchains composés. L'étanchéité est assurée par un lutage à base de tissu poissé.

La cohésion des bordages de fond est assurée par la fixation de varangues au moyen de clous à pointe rabattue, insérés majoritairement de l'intérieur du bateau vers l'extérieur. Disposées isolément, ces varangues ont un retour vertical très limité : 4,5 cm à 9 cm. Quelques courbes, très espacées (5,50 m entre les deux paires, face à face, mises au jour), assurent ponctuellement la liaison entre la sole et le flanc.

Le flanc tribord est constitué d'un demi-tronc de sapin d'un seul tenant dans toute la partie observée, soit sur plus de 22 m de longueur, pour une hauteur maximale de 63 cm. Disposé à clin, mais avec un très faible recouvrement (4 mm), contre l'angle supérieur du bordage de bouchain, il y est fixé par des clous insérés de l'extérieur du bateau vers l'intérieur. Une autre série de clous permet de fixer la base du flanc monoxyle à un tasseau surmontant le bordage de bouchain sur toute sa longueur. Rehaussant le bordage de bouchain, ce tasseau sert également de support à des jambettes soutenant une planche disposée contre la partie supérieure du flanc monoxyle, du côté intérieur, et dans laquelle venaient probablement s'encaster des planches transversales faisant office de barrots\*. La base monoxyle du flanc est surélevée sur 24 cm par adjonction de trois planches disposées à franc-bord, dont la dernière, en chêne, fait office de plat-bord.

L'analyse xylogologique réalisée par S. Greck montre que « le chêne est réservé aux éléments de bordage et de



**Fig. 27** – Coupe transversale M 102 du chaland Arles-Rhône 3 : Fl, flanc ; Bm, bordé monoxyde de transition ; B, bordé ; M, membrure ; T, tasseau ; Tr, traverse ; Va, vaigrure\* ; Cl, cloison ; P, planchette (d'après Marlier, 2008).

bouchain, aux tasseaux longitudinaux et à la charpente transversale [...], si bien que la base entière de l'embarcation est confectionnée en chêne. [...] L'épicéa, le sapin et le pin sylvestre se diffusent au sein des aménagements internes, du plancher de cale et des parties en élévation ». Cette répartition témoigne « d'une utilisation raisonnée des essences ligneuses suivant les principes énoncés par Michel Rival pour les navires d'époque romaine » (Greck, in Marlier *et al.*, 2007).

### DES CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

S'ils ont en commun le système d'étanchéité et, pour *Saint-Georges 8* et le chaland de la place Tolozan, la présence d'éléments de liaison (clés et clous tangentiels) entre les bordages, *Arles-Rhône 3* et les bateaux du parc Saint-Georges se différencient du chaland de Chalon par la présence de bordages de fond moins larges et bien délimités.

Les épaves n<sup>os</sup> 2 à 5 de Lyon se distinguent d'*Arles-Rhône 3* par la présence d'une membrure plus massive et plus dense ainsi que par le système de fixation du flanc : ce sont les courbes qui assurent la liaison entre la sole et le flanc. La taille de ces épaves, quasiment deux fois plus grande que celle d'Arles, constitue sans doute l'une des causes du renforcement de la structure, mais elle peut aussi s'expliquer par la nécessité de transporter une cargaison plus pondéreuse. Les varangues d'*Arles-Rhône 3* se caractérisent, en outre, par un faible retour vertical, caractéristique que l'on retrouve dans le chaland de Chalon. À ce titre, c'est l'épave arlésienne qui nous semble fournir l'élément de comparaison le plus probant pour résoudre la question des flancs du bateau de Chalon. Étant donné le mode de fixation des flancs d'*Arles-Rhône 3*, limité aux clous fixés dans la partie haute du retour vertical du bordage de bouchain, on peut penser que les flancs de notre chaland étaient de même type, c'est-à-dire constitués de demi-troncs

en sapin disposés à clin avec un très faible recouvrement du bordage de bouchain. Au moment du naufrage ces demi-troncs auraient pu être arrachés, entraînant de ce fait la partie supérieure du bordage de bouchain où s'inséraient les clous de fixation du flanc. Ceci expliquerait le décalage existant entre la hauteur des varangues et celle du bordage de bouchain (fig. 13, coupes G-H et I-J). On notera que l'épave *Saint-Georges 5* a également été retrouvée dépourvue de flancs, mais la présence de ceux-ci se déduit des clous encore fichés dans le bordage de bouchain. Aucun clou n'ayant été observé dans la partie verticale du bordage de bouchain du chaland de Chalon, l'hypothèse d'un arrachage des flancs semble plausible. Une autre hypothèse peut néanmoins être avancée : le bateau aurait pu être dépourvu de ses flancs lors du naufrage. Nous avons vu que plusieurs indices plaident en faveur d'un démontage du chaland, probablement pour entretien ou réparation. Le bateau n'aurait-il pas été en chantier au moment où, par exemple, une crue d'eau l'aurait emporté ? Dans ce cas, le mobilier retrouvé au niveau des bateaux correspondrait uniquement au chargement de la pirogue.

Ces éléments de similitude entre les chalands de Chalon, de Lyon et d'Arles suggèrent une certaine communauté de construction, ce dont nous nous proposons de débattre maintenant en portant la réflexion sur le thème plus large des traditions de construction navale dont relèvent les bateaux de Chalon.

## LES TRADITIONS DE CONSTRUCTION NAVALE DES BATEAUX DE CHALON

### TYPOLOGIE ET TERMINOLOGIE

Dans la synthèse qu'il a faite en 1992, B. Arnold propose de classer les témoignages de la batellerie antique dans deux groupes distincts : celui des embarcations polygonales et celui des bateaux à élément axial.

Le premier groupe concerne les chalands dont il souligne qu'ils ont tous en commun d'être construits sur sole (Arnold, 1992b, p. 73-74). À la différence de la construction sur bordé\* et de la construction sur squelette dans lesquelles ce sont respectivement la coque et les varangues qui définissent l'architecture du bateau, la sole constitue le « point de référence » pour la construction. Ces bateaux se caractérisent également par la présence de bordés monoxyles de transition, en forme de L ou de C, utilisés seuls ou surélevés. Un dernier élément commun réside dans le façonnage des

bois par enlèvement d'une importante quantité de matière, en particulier pour les bordés monoxyles de transition mais aussi pour les bordages de fond. Ces caractéristiques montrent, selon cet auteur, « que l'on est encore très proche des techniques utilisées pour la fabrication des pirogues monoxyles ».

Toutefois, bien qu'ayant pour origine la tradition monoxyle, il précise que ces embarcations sont d'un type plus évolué car elles peuvent combiner deux ou trois éléments par bouchain. Selon les modalités de cette combinaison, il identifie trois formes de base : rectangulaire, avec un seul élément par bouchain ; hexagonal, avec deux éléments ; et octogonal, avec trois éléments. Chacune de ces formes se décline en plusieurs types en fonction du dessin des extrémités : rectangle, trapèze, triangle, pentagone, « bipointe », d'où le concept d'« embarcations polygonales » qu'il propose pour ce groupe de bateaux.

Quatre ans plus tard, dans une synthèse consacrée à la batellerie en France, E. Rieth montre que le recours à la technique « soustractive » hérité de la tradition monoxyle qui caractérise le façonnage des bois de ces embarcations s'accompagne de l'utilisation d'une technique « constructive » (Rieth, 1998). La combinaison des deux définit un principe de construction qu'il qualifie de « monoxyle-assemblé », dans lequel les bordés monoxyles de transition ont pour fonction, d'une part, de « rigidifier et renforcer longitudinalement les bords de la sole et l'assise des flancs » et, d'autre part, de pallier les problèmes d'assemblage entre la sole et les côtés (Rieth, 2005, p. 12). Il précise que « la mise en œuvre de la construction suppose, en amont du début du chantier, une conception d'ensemble, aussi réduite soit-elle, d'une structure architecturale ». Il souligne qu'il s'agit là d'une nouvelle manière de concevoir une coque, représentant un « saut » important dans l'histoire de la construction navale. Quant à la construction sur sole, il indique qu'elle est le « signe le plus identifiable de l'architecture navale fluviale » car le fond plat constitue la réponse la plus adaptée aux contraintes de la navigation fluviale (faible hauteur d'eau). Ce type de construction possède sa propre originalité structurelle par rapport à la construction sur quille, qui se rattache principalement à des traditions techniques maritimes (Rieth, 1998, p. 74-76).

Plus récemment, E. Rieth a fait remarquer que le chaland gallo-romain de Chalon, *a priori* de type monoxyle-assemblé du fait de la présence d'un bordé monoxyle de transition, se rapproche étroitement de la construction assemblée en raison de l'atrophie de cette pièce (Rieth, 2006, p. 73). Il explique que ses faibles dimensions ne lui

permettent plus de jouer le rôle structurel qui est théoriquement le sien dans la construction monoxyle-assemblée. S'appuyant sur l'exemple plus explicite car mieux conservé de la savoyarde d'Ouroux-sur-Saône datée du XVII<sup>e</sup> s. (Bonnamour, 1998, p. 19, fig. 5), il indique que ce sont « les courbes régulièrement disposées dans la maille des varangues plates qui assurent, pour l'essentiel, selon une logique "transversale", la rigidité et le renfort des bords de la sole et des flancs ». On notera cependant que la membrure du chaland gallo-romain de Chalon ne semble pas pouvoir assurer cette fonction de renfort et de rigidification transversale dans la mesure où elle se compose uniquement de varangues dotées d'un retour vertical très limité en hauteur. De plus, d'après les observations effectuées sur les vestiges remontés en surface, aucune pièce supplémentaire ne semble compléter ce système transversal. Dans le cas de l'embarcation *Arles-Rhône 3*, qui présente un bordé monoxyle de transition de même nature que celui du chaland de Chalon, on peut faire un constat identique : des courbes sont présentes mais, du fait de leur faible section et de leur faible nombre, elles ne semblent pas pouvoir remplir ce rôle structurel de renfort et de rigidification de la coque qui semble plutôt assuré par des barrots. S'il convient de rattacher le chaland de Chalon à la construction assemblée plutôt que monoxyle-assemblée, ce n'est donc pas en raison du rôle joué par la membrure. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Le second groupe typologique dans lequel B. Arnold classe les vestiges de la batellerie antique se caractérise par la présence d'un axe à partir duquel le bateau est construit (Arnold, 1992b, p. 66-72). La nature de cet axe :

- une planche arquée évoluant vers une quille,
- une base monoxyle et cupuliforme surmontée d'un ou plusieurs bordages,
- des planches médianes,
- une quille,

lui permet d'individualiser quatre catégories d'embarcations dans cet ensemble. C'est dans la deuxième catégorie que B. Arnold classe la pirogue *Zwammerdam 3*. La pirogue de Chalon pourrait également être classée dans cette catégorie. Toutefois, il nous semble opportun, dans le cadre d'une typologie, d'insister sur la tradition monoxyle de ce type d'embarcations. Nous avons donc proposé un nouveau concept, celui de « monoxyle-étendu », qui, tout en s'inspirant de celui mis au point par E. Rieth pour les embarcations sur sole, met en exergue la spécificité de ces pirogues (Lonchambon, 2000a). Elles résultent de l'extension, tant en longueur qu'en hauteur, d'une base monoxyle et non de

l'éclatement de celle-ci comme dans le cas des monoxyles-assemblés. Outre la pirogue *Zwammerdam 3* et celle de Chalon, la pirogue de Pommerœul peut être incluse dans cette catégorie.

## CONVERGENCES ET INFLUENCES

Les pirogues et chalands que nous avons examinés ont en commun un certain nombre de procédés de construction\*, parmi lesquels on peut citer :

- le recours à une endenture pour assurer la jonction entre le fond plat et la relevaison (chaland de Chalon, chaland 1 et pirogue de Pommerœul) ;
- le recours à des cuillères pour former la relevaison des extrémités (pirogues de Chalon et de Pommerœul, chaland de Bevaix) ;
- la présence de clous tangentiels pour renforcer les assemblages (chalands de Chalon, de la place Tolozan et de *Zwammerdam*, et *Saint-Georges 8*) ;
- la présence de bordages étroits (chalands de Chalon, Bevaix et Pommerœul) ;
- le façonnage différencié des cans des bordages dans le cas d'embarcations rendues étanches par lutage (chaland de Chalon et *Saint-Georges 2*).

Ces similitudes posent la question de possibles influences d'une zone à l'autre.

B. Arnold a attiré l'attention sur la distinction à faire entre « phénomène de diffusion » et « convergences de forme », celles-ci correspondant à des réponses identiques apportées à un même problème s'étant posé au même moment (entre le I<sup>er</sup> s. et le III<sup>e</sup> s.) en divers points de l'Europe du Nord-Ouest (Arnold, 1992b, p. 58). Si cette réflexion vaut pour les considérations générales, telles que l'éclatement du monoxyle ou l'adjonction d'éléments rapportés, que penser en revanche des similitudes de détail évoquées ci-dessus ? Ne pourraient-elles pas correspondre à des habitudes de chantier éventuellement transmises par les constructeurs se déplaçant d'un site à un autre ?

M. De Weerd, s'interrogeant sur l'homogénéité de l'ensemble « romano-celtique », avait noté qu'il se caractérisait surtout par l'absence de « signatures constructives » typiques des constructions navales méditerranéennes ou nordiques (De Weerd, 1988). Soulignant le fait que le chaland *Zwammerdam 2* déroge en partie à ce principe car il affiche une nette influence méditerranéenne, il considère que ce qui doit prédominer dans l'identification de ce type d'embarcations est sa fonction, en l'occurrence le transport de lourds chargements en decize, et non ses signatures

constructives. Selon lui, les différences dans la construction peuvent en effet résulter uniquement d'adaptations, en terme de matériaux disponibles, d'équipements techniques et d'artisanat. Les différences dans la combinaison d'éléments tels que tenons-mortaises, chevilles, franc-bord, clin, clous, forme du bouchain en L ou en C, surélévation du bordé ou non, rendraient compte de l'aptitude technique du constructeur et de sa réceptivité aux innovations aux interfaces de plusieurs cultures ; le constructeur opérant un choix entre différents procédés de construction dont il a connaissance. M. De Weerd souligne en outre que certaines données sont reliées aux variations d'autres caractéristiques : ainsi le fait que les bordés soient surélevés pour les chalands de Zwammerdam mais pas pour ceux de Pommerœul s'explique par la longueur des premiers qui ne permettait pas d'avoir un bordage de bouchain d'une hauteur suffisante.

Si la fonction de ces chalands constitue indéniablement leur point commun et s'il s'agit là d'un élément susceptible de définir l'ensemble « romano-celtique », tout au moins pour les embarcations polygonales, force est de constater malgré tout de fortes similitudes entre des embarcations issues d'une même zone géographique. Cette prise en compte plus géographique qu'architecturale constitue une nouvelle étape de la conceptualisation de l'ensemble « romano-celtique » qui a été franchie depuis les réflexions de M. De Weerd. En 2004, F. M. Hocker proposait de distinguer dans l'ensemble des « barges rhénanes » deux sous-ensembles, l'un de type Zwammerdam, l'autre de type Bevaix (Rieth, 2005, p. 14-15). Les différences entre chaque sous-ensemble renvoient principalement, selon F. M. Hocker, à la forme polygonale de la coque et à la disposition, rectiligne dans un cas, oblique dans l'autre, des virures de la coque. Au vu des données fournies par les chalands de Lyon et de Chalon, E. Rieth a, quant à lui, proposé d'identifier, au sein des embarcations « romano-celtiques », un sous-groupe Rhône-Saône, qui serait à distinguer d'un groupe rhénan comprenant les épaves de Zwammerdam, d'un groupe alpin constitué des épaves des lacs suisses et d'un groupe atlantique comprenant l'épave de Taillebourg (Rieth, 2006, p. 76). Il précise que chacune de ces « régions nautiques » est marquée par des « caractéristiques architecturales primaires », communes aux différentes épaves repérées et révélatrices de la tradition « romano-celtique » ou « gallo-romaine ». Les « caractéristiques architecturales secondaires » sont, en revanche, fréquemment différentes et constituent, en quelque sorte, des « signatures architecturales »\*.

## LE SOUS-GROUPE RHÔNE-SAÔNE

E. Rieth détermine les « signatures architecturales » de l'ensemble Rhône-Saône en distinguant en son sein deux groupes d'épaves.

Le premier comprend deux des épaves de Lyon (épave de la place Tolozan et *Saint-Georges 8*) et le chaland de Chalon. Trois « signatures architecturales » sont ici identifiables :

- un clouage tangentiel des virures de la sole avec, au préalable, creusement d'avant-trous<sup>20</sup> ;
- des clés non chevillées enfoncées dans des mortaises aménagées dans le can des bordages de la sole ;
- l'étanchéité des coutures de la sole avec du tissu enduit de poix (Rieth, 2005, p. 16).

Cette troisième caractéristique vaut aussi pour les autres épaves du parc Saint-Georges, qui constituent le second groupe de référence défini par E. Rieth et dont les « signatures architecturales » sont :

- « le palâtrage faisant appel soit à des planchettes, soit à des feuilles de plomb » ;
- « la virure inférieure des flancs constituée d'un ou plusieurs demi-troncs de sapin ». Cette virure intervient, structurellement, comme « raidisseur et renfort longitudinal des bords de la sole. Une seconde fonction pourrait être associée à ces bordés en demi-tronc : celle de flottabilité et de stabilité » (Rieth, 2005, p. 17).

Notons que la cohérence de ce sous-groupe Rhône-Saône est étayée par les analyses géochimiques que Jacques Connan a réalisées sur les tissus poissés utilisés pour étancher ces embarcations (voir *infra*, annexe, p. 108).

Au sein de ce sous-groupe, le chaland de Chalon peut sembler archaïque dans la mesure où il s'inspire encore largement des techniques de la construction monoxyle, avec ses bordages de fond non délignés et qui, bien que dépourvus d'aubier, représentent 34 % de la largeur du fond<sup>21</sup>, et ses varangues taillées dans la masse. Mais on notera que ces types de façonnage valent aussi pour le chaland *Saint-Georges 8* dont certaines varangues sont taillées dans la masse, et pour le chaland de Bevaix qui,

20. Il faut préciser que cette donnée n'est pas attestée pour le chaland de Chalon.

21. Par comparaison, ceux d'*Arles-Rhône 3* représentent de 5 % à 12,5 % de la largeur du bateau ; ceux de *Saint-Georges 4* : de 6 % à 11 % et ceux de *Saint-Georges 2*, pourtant larges de 80 cm : 5,95 % seulement. Hors du bassin rhodanien, le constat est identique : les virures de *Zwammerdam 4* qui affichent une largeur quasiment identique (85 cm) ne représentent que 5,17 % de la largeur du fond. Pour *Zwammerdam 6*, le rapport est de 14 %. Même les virures du chaland de Bevaix, non-délignées, ne représentent que 21 % de la largeur du fond et celles du chaland d'Yverdon : 18 % à 25 %.

bien que postérieur de plus d'un siècle, comprend des bordages non délinés. Ceci nous conduit à formuler une autre hypothèse : le nord du Bassin rhodanien disposait sans doute encore au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. de ressources forestières suffisantes pour approvisionner les chantiers de construction navale en chênes de forte section. Inversement, dans la partie sud du Bassin, des conditions moins favorables<sup>22</sup> ont pu amener les charpentiers à utiliser des planches plus étroites et issues de débitages systématiques plutôt que des planches taillées dans la masse. L'étude xylogologique menée sur les bois d'*Arles-Rhône 3* indique que « ceux constituant les pièces d'architecture proviennent, pour certains, de régions montagnardes, comme l'épicéa, le sapin et le pin à crochets. Seuls le pin sylvestre, le pin noir et le chêne à feuillage caduc pourraient provenir des régions proches d'Arles. » (Marlier *et al.*, 2007, p. 37-38). Par la suite, ce problème d'approvisionnement a peut-être concerné également le nord du Bassin, appauvri par la surexploitation forestière, ainsi que pourrait le suggérer, dans le cas de la ville de Chalon, le déplacement des ateliers de poterie de Saint-Jean-des-Vignes (voir *supra*, p. 90). La qualité médiocre des bois employés pour la barque d'Yverdon, datée des III<sup>e</sup>-IV<sup>e</sup> s., pourrait en constituer un indice supplémentaire.

Quoi qu'il en soit, les « signatures architecturales » du chaland de Chalon le classent indéniablement dans le sous-groupe Rhône-Saône. La question que l'on peut alors se poser est celle des origines de cette famille.

### L'ORIGINE DES EMBARCATIONS « ROMANO-CELTIQUES » DU SOUS-GROUPE RHÔNE-SAÔNE

Si le terme « romano-celtique » rend compte d'une unité spatio-temporelle commune aux embarcations concernées, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, il renvoie également à des données plus techniques qui définissent une tradition architecturale spécifique. Celle-ci associe des procédés d'origine « celtique » et d'autres d'origine « romaine » (Barbot, 2001, p. 223-235).

Les premiers correspondent, d'une part, au recours à un clouage massif et systématique pour lier les éléments structurels entre eux et, d'autre part, à l'emploi d'un calfatage pour assurer l'étanchéité des joints. Attesté en archéologie à partir des VIII<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> s. av. J.-C., l'emploi du clou se généralise

22. La reconstruction du chaland de Bevaix a permis de calculer le taux de réduction du poids des bordés monoxydes de transition : de 72 % à 84 % (Arnold, 1999), un tel gaspillage de matériau ne pouvait qu'être problématique dans un contexte de contraction du parc forestier.

au II<sup>e</sup> s. av. J.-C. en contexte celtique (Arnold, 1995, p. 105). Quant au calfatage, il s'agit d'une méthode en usage dans les maisons pré- et protohistoriques<sup>23</sup>. C'est une technique qui, dans le domaine de l'architecture navale, caractérise d'abord l'Europe du Nord-Ouest. Elle n'apparaît en Méditerranée que tardivement, en relation, selon L. Basch, avec le principe de construction « membrure première » (Barbot, 2001, p. 226).

La seconde tradition, romaine, concerne l'utilisation raisonnée des arbres (forme et essences) et l'utilisation de chevilles<sup>24</sup>. On notera cependant que seul le chaland *Zwammerdam 2* possède un chevillage de manière systématique. Sur d'autres embarcations, les chevilles n'apparaissent que très ponctuellement, et plutôt pour la fixation des virures de fond sur le chantier de construction que pour la fixation des éléments structurels entre eux. L'existence de tenons-mortaises entre les bordages de la sole a également été interprétée comme l'indice d'une influence méditerranéenne. Mais, tout comme pour les chevilles, si l'usage de tels éléments dans les chalands du Rhône et de la Saône a pu être inspiré par la construction navale méditerranéenne, il s'en différencie nettement dans sa finalité. Dans la construction méditerranéenne de type bordé premier, le système à tenons-mortaises chevillés assure la cohésion et participe à la solidité de la coque uniquement si les trois éléments sont combinés et répétés systématiquement à faible distance. Or, ce n'est pas le cas dans le chaland de Chalon où les clés ne sont pas chevillées et sont distantes de près de 80 cm. Nous avons pensé pouvoir associer ces clés, et les clous tangentiels également présents dans le chaland de Chalon, au système utilisé pour étancher le bateau. Toutefois, si l'on considère les autres embarcations présentées ici, il se trouve que clés et clous tangentiels ne sont pas systématiquement combinés et que leur présence n'est pas forcément associée à celle d'un lutage (tabl. V).

La présence de clés et clous tangentiels semble donc plutôt devoir être mise en relation avec le montage de la sole. Comme l'indique B. Arnold (Arnold, 1992b, p. 94), il est impossible d'assembler des bordages n'ayant aucune liaison directe entre eux sans l'aide :

23. Notamment les maisons du Bronze final de Hüttwilen-Uerschhausen Horn, sur les rives du Nussbaumersee en Suisse, où de la mousse est insérée entre les rondins de bois formant les murs (Barbot, 2001, p. 226).

24. M. de Weerd a également mis en avant le recours à une standardisation dans la disposition des varangues de certaines embarcations (basée sur le pied romain), mais cette hypothèse est très controversée, en particulier par B. Arnold.

**Tabl. V** – *Tableau comparatif des éléments de liaison et du mode d'étanchéité des embarcations « romano-celtiques ».*

Épave	Clés	Clous tangentiels	Lutage	Calfatage
Chalon	X	X	X	
Tolozan	X	X	X	
Saint-Georges, épave 8	X	X	X	
Saint-Georges, épave 7		X	X	X
Saint-Georges 2 à 5			X	
Arles-Rhône 3			X	
Pommerœul 2		X		X
Zwammerdam 2		X		X
Zwammerdam 4				X
Zwammerdam 6		X		X
Bevaix				X
Yverdon		X		X

- soit de la membrure, comme dans le cas de la construction sur squelette ;
- soit d'un chantier servant de support et assurant temporairement la cohésion de la coque ;
- soit, enfin, d'un ensemble de liaisons provisoires fixant ponctuellement un bordage à son voisin.

Si, dans le cas du chaland de Bevaix, la solution choisie a été la deuxième, ce qu'attestent les nombreux trous de cheville laissés dans les bordages, dans le cas de Chalon, c'est la troisième solution qui semble avoir été adoptée. Peu de trous en effet peuvent correspondre dans cette épave à l'implantation de chevilles destinées à fixer les virures sur le chantier. Les clés ont donc vraisemblablement servi à ajuster les bordages entre eux lors du montage et à éviter qu'ils ne bougent dans la suite des opérations. On notera que ce procédé était encore en vigueur au début du III<sup>e</sup> s. : des clés non chevillées relient les planches du plancher et des parois latérales du caisson de construction de la pile du troisième pont romain de Chalon (Bonnamour dir., 2000, p. 283, fig. 9 et 10).

Quant aux clous tangentiels, ils ont apparemment un rôle de renforcement des assemblages, qui peut être tout à fait indépendant du système de montage : on les retrouve en effet entre les bordages des flancs de *Zwammerdam 6* notamment, ou pour consolider les assemblages au sein d'une même virure dans *Zwammerdam 2*.

Deux autres caractéristiques rendent compte d'une influence de la tradition méditerranéenne : le palâtrage au plomb et l'usage de poix pour protéger les bois. Elles concernent surtout les embarcations du Bassin rhodanien <sup>25</sup>,

25. L'utilisation d'une plaque métallique pour une réparation est également attestée sur le fragment d'une barque mise au jour au niveau du port gallo-romain de Pommerœul.

y compris d'ailleurs la pirogue de Chalon pour l'usage de poix. L'étude géochimique de Jacques Connan effectuée sur différents échantillons de poix provenant des épaves antiques de la Saône tend à confirmer cette influence, du fait de la provenance méditerranéenne probable de la poix (voir *infra*, annexe, p. 108).

Notons cependant que les procédés d'origine romaine auxquels il est fait référence ici concernent des embarcations maritimes dont le principe de construction diffère fondamentalement de ceux des chalands. Or la batellerie antique des bords de la Méditerranée, si elle n'est que peu documentée pour l'instant en ce qui concerne les embarcations de type « chaland », est néanmoins illustrée par l'épave de Ljubljana. Bien qu'antérieure aux embarcations « romano-celtiques », l'épave slovène présente un certain nombre de points communs avec les chalands analysés ici, ce qui ouvre de nouvelles perspectives.

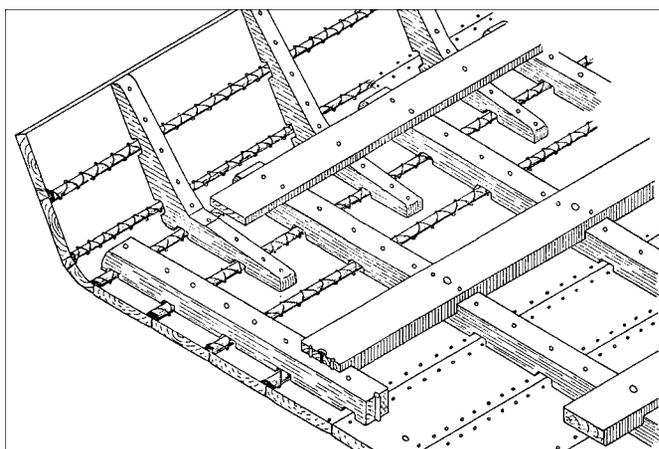
## LE CHALAND DE LJUBLJANA, UN PRÉCURSEUR DES EMBARCATIONS « ROMANO-CELTIQUES » ?

### ANALYSE DESCRIPTIVE

Dans la seconde moitié du II<sup>e</sup> s. av. J.-C., au moment de la conquête de l'Istrie par les Romains, une embarcation coulait dans la Ljubljana, l'un des deux cours d'eau traversant l'importante zone de marais située dans la vallée de la Save, au pied des Alpes juliennes. Fouillée en 1890, cette embarcation, dont l'étude récemment reprise par Andrej Gaspari a été intégrée par Sabrina Marlier dans ses recherches sur les embarcations cousues de Méditerranée (Marlier, 2005), était quasiment complète au moment de sa découverte.

L'embarcation mesurait initialement 30 m de longueur pour 4,80 m de largeur et 60 cm de profondeur. Il s'agit d'un chaland, construit sur sole, qui se caractérise par :

- un fond plat et des extrémités probablement en forme de tablier ;
- des bordages de bouchain monoxyles, de type « atrophié » ;
- des bordages, en épicea, « assemblés à franc-bord au moyen de ligatures » : des liens en fibre végétale sont passés à travers de petits évidements circulaires ménagés de part en part et alternativement le long des bords des bordages, tous les 8-10 cm ; de petites chevilles bloquent le passage des liens et assurent, en même temps, l'étanchéité du système (fig. 28) ;
- l'étanchéité est obtenue par apposition d'un rouleau en tissu sur la jointure des bordages ; ce bourrelet est maintenu



**Fig. 28** – Chaland de Ljubljana (Slovénie). Sans échelle (d'après Marlier, 2005, vol. 3, p. 95, fig. 87a).

par le passage des ligatures (fig. 28). Le même système est adopté au niveau des assemblages des différentes parties d'une seule et même virure ;

- des chevilles en bois reliant les cans des bordages au niveau des flancs ; elles étaient utilisées, d'après A. Gaspari, pour le montage ;
- des varangues plates, disposées tous les 60 cm, entre lesquelles s'insèrent des courbes assurant la liaison entre le fond et les bordés. Les varangues sont fixées aux bordages par des chevilles ;
- trois serres\* disposées sur les varangues et fixées par des chevilles et des clous enfoncés de l'intérieur du bateau vers l'extérieur, avec la pointe rabattue à l'extérieur. Courant d'une extrémité à l'autre de l'embarcation, elles ont pour fonction d'en renforcer la rigidité longitudinale ;
- une serre d'empâture, située sur l'extrémité des varangues et maintenue par des chevilles traversant les varangues et les courbes. Elle participe aussi au renfort longitudinal de la carène mais elle a également pu servir de coursive pour se déplacer d'un bout à l'autre de l'embarcation, afin d'actionner une perche par exemple.

L'embarcation pouvait charger jusqu'à 40t, pour un tirant d'eau de 40 cm. Selon A. Gaspari, elle a certainement été utilisée comme « bateau militaire, lors de la conquête des régions du Danube, pour le transport de marchandises de Vrhnika à Zalog (sur la Ljubljanica) où le chargement était transféré sur des embarcations plus petites circulant sur la Save, au cours plus agité ».

D'après S. Marlier, cette embarcation relève d'une tradition de construction caractéristique de la mer Méditerranée, à savoir celle des bateaux cousus au moyen

de ligatures en biais (Marlier, 2005). Du fait de l'indigence des données pour la partie orientale de la Méditerranée, cette tradition semble pour l'instant circonscrite à la partie occidentale du bassin. Elle y est attestée du VI<sup>e</sup> s. av. J.-C. jusqu'au IV<sup>e</sup> s. apr. J.-C., puis est supplantée par la construction de bateaux à tenons-mortaises chevillés, à l'exception d'une niche : l'Adriatique, où elle perdure jusqu'à la fin de l'Antiquité tardive, voire le haut Moyen Âge.

## INTERPRÉTATION

Dès 1978, D. Ellmers présentait cette embarcation comme un archétype de la construction navale « continentale » : *“The Laibach ship heralds the changeover to carvel-built craft on the continent. The carvel technique and the dugout halves positioned along the line of transition from the flat bottom to its side constitute the basic pattern for continental shipbuilding”* (Ellmers, 1978). Dix ans plus tard, M. De Weerd, suivi ensuite par A. Gaspari, réaffirmait cette paternité (De Weerd, 1988 ; Gaspari, 1998).

Pour M. De Weerd, outre l'usage de chevilles et de clous comme éléments de fixation de la membrure, un autre indice significatif rapproche l'épave de Ljubljana du chaland *Zwammerdam 2*. La face inférieure des courbes de *Zwammerdam 2* est entaillée de trous triangulaires au-dessus de chacune des coutures des bordages de fond. Cette caractéristique lui était apparue, dans un premier temps, comme associée au calfatage, avant qu'il ne constate la présence des mêmes cavités triangulaires sur les autres chalands de *Zwammerdam*, mais au centre des bordages. Il en conclut que ces cavités avaient pour fonction de faciliter l'écoulement de l'eau et, surtout, qu'il s'agit là d'une réminiscence de la barge de Ljubljana dont les varangues sont encochées au niveau des joints des bordages de fond, afin de laisser l'espace nécessaire au passage du bourrelet d'étanchéité et des coutures. Selon lui, de Ljubljana à *Zwammerdam*, la caractéristique technique s'est maintenue, mais son usage a évolué (De Weerd, 1988, p. 43-47). Quant au bordage de bouchain, qui pourrait constituer un autre lien entre Ljubljana et les embarcations « romano-celtiques », ainsi que l'avait énoncé D. Ellmers, M. De Weerd, se référant aux chalands de *Zwammerdam*, considère qu'il s'agit en fait de deux techniques différentes n'ayant pas de liens entre elles. Il réfute en outre l'idée que les bordages de bouchain sont issus d'un principe de construction monoxyle. Le plus long bordage de bouchain des chalands de *Zwammerdam* est celui de la barge n° 4 ; courant sur 22,40 m de longueur, il mesure 85 cm pour la partie verticale et 15 cm pour la

partie horizontale. De telles dimensions s'avèrent tout à fait impensables pour un monoxyle. En fait le façonnage de bordages de bouchain monoxyles pour les embarcations « romano-celtiques », dont il note qu'ils ont tous une forme en L, constitue, selon lui, la solution à un problème de construction pensée en terme de planches et non en terme de monoxyle. Le problème était de pouvoir charger de grands chalands avec des cargaisons lourdes sans que les flancs ne s'affaissent à l'intérieur, du fait de la pression de l'eau, ou ne se brisent. Pourquoi une forme en L ? Parce qu'elle était plus facile à obtenir qu'un angle obtus. Le façonnage du bouchain en une seule pièce présentait deux autres avantages : celui de renforcer la solidité transversale du bateau et celui de pouvoir s'approcher au plus près de quais verticaux. La pression de l'eau sur les flancs, qui pouvait endommager le bouchain, était contrecarrée par le retour vertical des courbes. Il souligne que le bordé de transition monoxyle de Ljubljana est d'un tout autre type : très étroit, en forme de C, il présente un angle obtus. Il s'insère, selon lui, dans une technique de construction spécifique, celle des bateaux cousus (De Weerd, 1988, p. 47-48).

Cette argumentation met en exergue la question de la relation entre les embarcations « romano-celtiques » et la tradition de construction monoxyle. Nous y reviendrons ci-après. Notons pour l'instant que les découvertes d'Arles et de Lyon viennent infirmer une partie du raisonnement de M. De Weerd. Dans le cas des embarcations du sous-groupe Rhône-Saône, le retour vertical des bordages de bouchain n'ayant qu'une dizaine de centimètres de hauteur, ceux-ci ne jouent aucun rôle dans la solidité des flancs. Le façonnage du bouchain en une seule pièce pourrait s'expliquer ici de deux manières : d'une part, renforcer la rigidité longitudinale de la carène et, d'autre part, résoudre le problème qu'aurait posé l'étanchéité de la zone si elle avait été assemblée.

Cette question de l'étanchéité nous conduit à revenir sur les relations entre l'épave de Ljubljana et celles du sous-groupe Rhône-Saône. L'étanchéité de la barge de Ljubljana est assurée, non par de l'étoupe – comme cela sera le cas lorsque le calfatage sera utilisé dans la construction méditerranéenne – mais par du tissu, qui plus est façonné en rouleaux posés sur la couture des bordages. Entre ce système et celui mis en œuvre dans les embarcations du sous-groupe Rhône-Saône, à savoir un lutage à base de tissu poissé, la différence ne nous semble pas fondamentale. Pour qui souhaitait réaliser des embarcations du type de celle de Ljubljana en grande quantité, ce qui semble plausible dans le cadre de la romanisation de la Gaule, la méthode des ligatures paraissait sans doute très fastidieuse et longue

à mettre en œuvre. Ne peut-on penser que les constructeurs, au fait des procédés utilisés par les Istriens, aient alors « adapté » ce système à une production de masse ? Le rouleau de tissu aurait ainsi été apposé contre les cans des planches, et des clous tangentiels, reliquats des chevilles fichées dans les trous de passage des liens, auraient été enfoncés de place en place pour maintenir les joints bien serrés au fur et à mesure du montage de la sole.

Rappelons le contexte dans lequel l'embarcation de Ljubljana a été conçue : en pleine phase de romanisation, en plein « boom » économique, à un moment où la Ljubljana constituait la principale voie de liaison de la région. C'est dans un contexte identique qu'ont été réalisées les embarcations mises au jour dans le nord-ouest de l'Europe, et en particulier celles du Rhône et de la Saône. Les deux siècles qui séparent ces témoignages ne sont pour l'instant pas documentés, mais il n'est pas exclu que de nouvelles découvertes permettent un jour de combler ce vide et d'éclairer plus manifestement le lien qui les unit.

Ces réflexions nous incitent à penser que l'apparition des embarcations « romano-celtiques » du Bassin rhodanien pourrait résulter de la politique commerciale mise en œuvre par les marchands italiens en direction de la Gaule centrale dès le II<sup>e</sup> s. av. J.-C. Ce mouvement a pu se trouver amplifié et étendu à l'Europe du Nord-Ouest suite à la conquête romaine. Certes, des variantes existent entre les chalands découverts à ce jour, en particulier dans les systèmes d'étanchéité : alors que les embarcations rhénanes, belges et suisses sont calfatées à la mousse, celles du Bassin rhodanien font intervenir un lutage à base de tissu poissé, mais une explication peut être avancée. Le premier système pourrait être l'héritier d'une tradition illustrée par le bateau cousu de North-Ferriby découvert en 1937 sur la Humber (Angleterre). Datée de l'âge du Bronze, cette embarcation était calfatée par insertion entre les joints des bordages d'une ou plusieurs couches de mousse, ponctuellement de ficelle, recouvertes par une latte en chêne maintenue par des ligatures assemblant les bordages. Le second système serait, quant à lui, plutôt inspiré d'une tradition méditerranéenne illustrée par l'épave de Ljubljana.

#### **LE CHALAND DE CHALON : UN MONOXYLE-ASSEMBLÉ ?**

Certaines caractéristiques des embarcations du sous-groupe Rhône-Saône semblent donc pouvoir découler d'une tradition de construction navale représentée par l'embarcation cousue de Ljubljana. Ces caractéristiques sont :

- le principe de construction sur sole ;
- le bordage de bouchain étroit ;
- le système d'étanchéité ;
- la présence de liens entre les bordages (chevilles pour Ljubljana ; clés pour Chalon et Lyon).

Peut-on, dès lors, continuer à penser que l'origine de la tradition architecturale des chalands du sous-groupe Rhône-Saône est la construction monoxyle ? Ne s'agirait-il pas plutôt de celle des bateaux cousus ?

Si l'on porte notre regard plus au nord, on constate que les embarcations « romano-celtiques » fluvio-maritimes, telles que celles de Blackfriars I (79 apr. J.-C.), Saint Peter Port et Guernesey (II<sup>e</sup> s. ou III<sup>e</sup> s. apr. J.-C.), classées par B. Arnold dans la catégorie des bateaux à élément axial, pourraient également dériver d'un type de bateau cousu, en l'occurrence celui de North-Ferriby précédemment évoqué. Les caractéristiques de ces embarcations sont les suivantes :

- bordé entièrement disposé à franc-bord ;
- fond plat s'incurvant progressivement pour former les flancs et présentant, au centre, des virures de plus forte section qui constituent l'épine dorsale du navire ;
- cohésion de la coque assurée par le clouage de varangues et d'allonges\* ;
- étanchéité assurée par un calfatage à base de brindilles de noisetier poissées, recouvertes de lattes de chêne.

Ces relations, qu'il nous semble possible d'évoquer entre les embarcations « romano-celtiques » et les bateaux cousus, nous incitent à rejoindre M. D. Weerd lorsqu'il avance que les embarcations celtiques relèvent d'un système architectural de type assemblé et non monoxyle-assemblé (De Weerd, 1978). À l'appui de cette hypothèse, on peut noter que *Saint-Georges 8* et le chaland *Pommerœul 2* présentent un bouchain composé et se rattachent donc à une construction assemblée. Si, dans certaines zones, comme les lacs suisses, la manière dont les bois ont été façonnés rend compte d'une forte influence de la construction monoxyle, on remarquera qu'il s'agit des régions les plus éloignées des franges maritimes où les innovations techniques ne pénétraient peut-être que plus lentement. Dans le cas de Chalon, on peut penser que les possibilités d'approvisionnement en bois de grandes dimensions étaient plus assurées et qu'elles ont été mises à profit pour obtenir de larges bordages qui permettaient de réduire le nombre de joints à étancher.

Ces considérations nous amènent à proposer un nouveau concept pour qualifier le système architectural des chalands de Chalon, du parc Saint-Georges à Lyon (à l'exception du chaland *Saint-Georges 8*) et d'*Arles-Rhône 3* : celui d'« assemblé à bouchain monoxyle », en lieu et place de « monoxyle-

assemblé », dans la mesure où il permet de rendre compte, de manière plus évidente, du fait que ces embarcations sont conçues en terme de « bateaux à planches » plutôt qu'en terme de monoxyle éclaté.

\*  
\* \*

Étudiés en 1999 et 2000, les vestiges des deux embarcations ayant coulé, au milieu du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., contre la pile centrale du premier pont romain de Chalon-sur-Saône ont livré de nombreuses informations qui ont pris toute leur valeur depuis la découverte, dans les années 2000, de nouveaux témoignages de la batellerie antique de la Saône et du Rhône, à Lyon et en Arles.

La connaissance et la conceptualisation des systèmes architecturaux auxquels ces embarcations peuvent être rattachées s'en sont vues améliorées. Pour la pirogue nous avons proposé le concept de « monoxyle-étendu » car il rend compte du fait que nous sommes encore dans une tradition de construction monoxyle, mais avec adjonction à la base monoxyle d'éléments structurels (levées, surélévation des flancs, courbes pour le renfort du monoxyle et le maintien des éléments rapportés ou assemblés) visant à modifier la forme et les caractéristiques nautiques de l'embarcation. Quant au chaland, le concept d'« assemblé à bouchain monoxyle » nous semble plus approprié que celui de « monoxyle-assemblé » jusqu'ici admis ; sa construction, qui permet de le rattacher aux embarcations « romano-celtiques » du sous-groupe « Rhône-Saône », nous paraît en effet plus inspirée par celle des bateaux cousus de Méditerranée du type Ljubljana que par la construction monoxyle. Le type slovène a peut-être également influencé le système adopté pour étancher les coutures des bordages des chalands du Bassin rhodanien.

Les rapprochements établis avec l'embarcation slovène concernent non seulement la conception architecturale des chalands du Bassin rhodanien, mais aussi le contexte historique qui les a vu naître, marqué par l'expansion économique italique puis par la colonisation romaine. Ce contexte nous apparaît comme prépondérant pour comprendre l'émergence de la batellerie antique, caractérisée par des embarcations de grande taille (jusqu'à 40 m de longueur pour 5 m de largeur), susceptibles de transporter des chargements volumineux et pondéreux<sup>26</sup> destinés apparemment aux activités militaires, à la construction urbaine ou aux amé-

26. Le chargement est estimé à 20 t pour le chaland *Pommerœul 2* ; pour le chaland de Bevaix à 10 t avec un tirant d'eau de 50 cm et un franc-bord de 40 cm et à 18 t avec un franc-bord de 20 cm ; pour le chaland d'Yverdon à 20 t pour un franc-bord de 20 cm.

nagements du territoire. Pour répondre à ces besoins, les constructeurs ont suivi deux directions : d'une part, l'extension des pirogues traditionnelles jusqu'aux limites des possibilités autorisées par la construction monoxyle – la pirogue de Chalon, avec ses 15,50 m de longueur, constituant un remarquable exemple de cette tentative ; le seul de ce type mis au jour jusqu'à présent – ; d'autre part, la conception de bateaux à fond plat du type chaland inspirés de la tradition des bateaux cousus.

Couvrant une période de deux siècles et demi, du milieu du I<sup>er</sup> s. à la seconde moitié du III<sup>e</sup> s., le sous-groupe formé par les chalands du Rhône et de la Saône pourrait suggérer une évolution de la maîtrise des techniques de construction de ces bateaux « assemblés à bouchain monoxyle ». Les exemplaires les plus anciens, *Chalon*, *Arles-Rhône 3* et *Saint-Georges 8*, semblent en effet témoigner d'une phase de recherches dans la cohésion et la solidité de la structure,

tandis que les plus récents, notamment *Saint-Georges 4*, paraissent plus aboutis à cet égard.

Les bateaux du pont romain de Chalon paraissent ainsi constituer des jalons essentiels pour comprendre l'évolution de la batellerie antique de la Saône et, plus largement, du Bassin rhodanien. Il est probable néanmoins qu'il ne s'agit là que d'un volet de cette histoire. D'autres types d'embarcations ont dû naviguer sur la rivière et ses affluents pendant l'époque gallo-romaine : une pointe de gaffe antique, découverte en 1987 dans le lit du Doubs à Verdun-sur-le-Doubs porte un décor gravé figurant un bateau rond, probablement ponté, doté d'un haut mât central et dépourvu d'engin de gouverne et de rame ; il pourrait correspondre à un bateau de fort tonnage, mû par halage, à la remonte et allant « à gré d'eau » à la descente (Bonnamour, 2001-2002). L'histoire de la batellerie antique de la Saône ne fait que commencer...

## ANNEXE

### ÉTUDE GÉOCHIMIQUE DE DEUX PRÉLÈVEMENTS DU MATÉRIAU D'ÉTANCHÉITÉ DES BATEAUX DU PONT ROMAIN DE CHALON-SUR-SAÔNE (I<sup>er</sup> S. APR. J.-C.)

Deux échantillons du tissu poissé ayant servi à étancher deux coques de bateaux romains découverts à Chalon-sur-Saône, près de la pile 3 du pont romain, ont été analysés par les techniques de géochimie organique en vue de caractériser la nature de l'enduit organique utilisé comme liant et de vérifier s'il s'agit bel et bien de poix.

La poix étant avérée, il fut envisagé de se prononcer sur son état de conservation et d'essayer d'émettre un avis sur son origine géographique. Pour ce faire nous avons fait référence à un ensemble de données acquises sur divers cas de figures.

#### LES MÉTHODES ANALYTIQUES

Le protocole analytique ainsi que les outils moléculaires et isotopiques ont été exposés dans un article de synthèse (Connan, 2002). Le lecteur peut s'y référer pour trouver tous les détails expérimentaux qu'il désire. La méthodologie est une adaptation de l'approche géochimique mise en

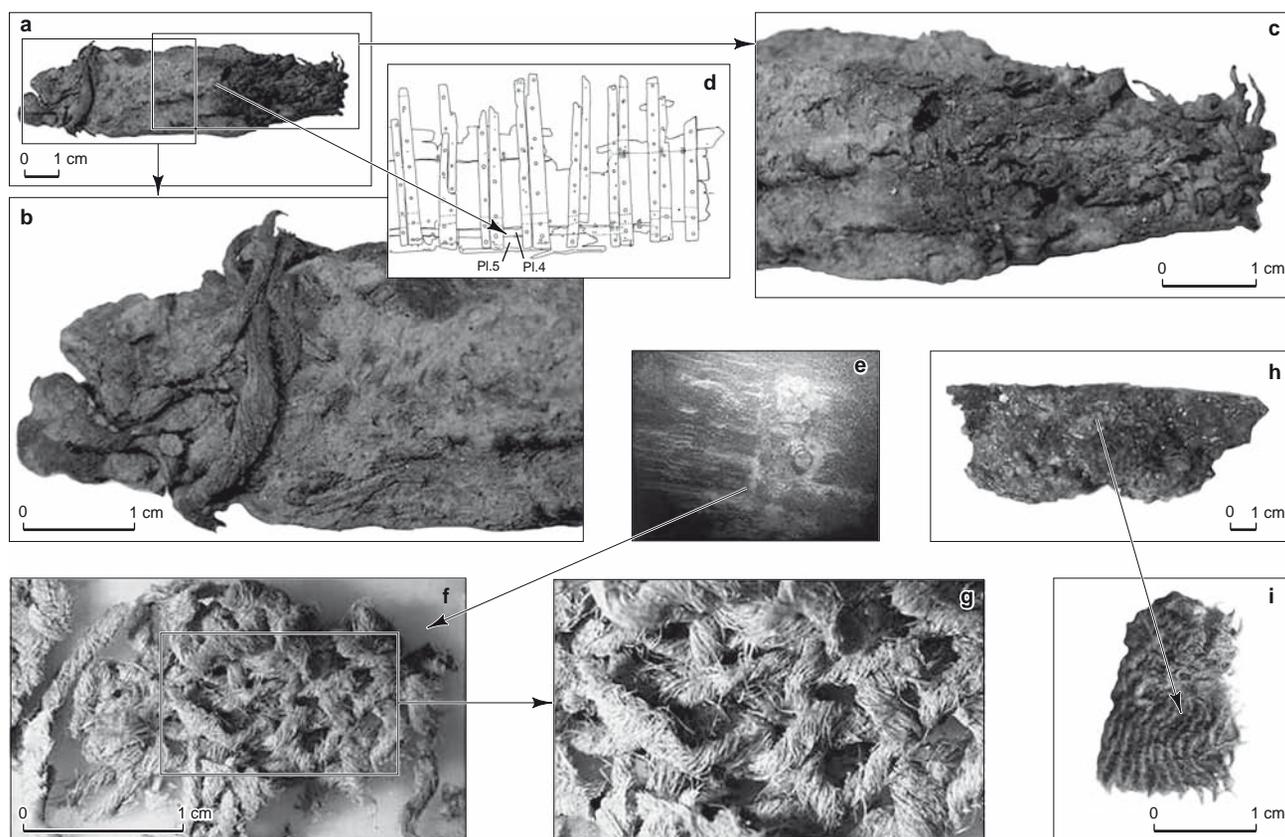
œuvre pour l'étude des pétroles et roches-mères et s'articule autour d'une extraction au solvant organique complétée par un fractionnement de cet extrait en « hydrocarbures saturés », « hydrocarbures aromatiques », résines et asphaltènes. Les « hydrocarbures saturés et aromatiques » sont analysés par couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse et les asphaltènes sont utilisés pour collecter des données isotopiques utiles pour déterminer l'origine des matériaux et leur état de conservation.

#### LES ÉCHANTILLONS

Deux échantillons ont été collectés, l'un (n° 1345) sur la pirogue, l'autre (n° 1537) sur le chaland. Les deux bateaux étaient localisés près de la pile 3 du pont romain de Chalon-sur-Saône et sont datés du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C.

L'échantillon n° 1345 a été prélevé sur la coque, au niveau d'une réparation où il était en place, c'est-à-dire dans une situation semblable à celle illustrée par la figure 29e. Après extraction au dichlorométhane, le résidu montre un tissu quelque peu dégradé (fig. 29f et g) avec des minéraux et quelques morceaux de végétaux noirs.

L'échantillon n° 1537 montre clairement la présence de tissus (fig. 29a, b et c), noyés dans un enduit brun qui



**Fig. 29** – Photographies des échantillons des bateaux romains de Chalon-sur-Saône : **a**, échantillon n° 1537 montrant du tissu sur des débris de bois et un enduit brun, noir par endroits. L'échantillon provient du calfatage de la section 1 du bateau monoxyle assemblé, entre les Pl. 4 et Pl. 5 ; **b**, zoom de l'échantillon n° 1537 montrant des fibres de tissu ; **c**, zoom de l'échantillon n° 1537 montrant le tissu torsadé et de la poix noire ; **d**, plan partiel du chaland donnant la localisation précise de l'échantillon n° 1537 ; **e**, réparation sur la pirogue : vue du tissu poissé ayant débordé des joints ; **f**, **g**, tissus isolés après extraction de la poix au dichlorométhane de l'échantillon n° 1345, prélevé en 1998 ; **h**, échantillon n° 1143 du Petit Creusot (200-250 apr. J.-C.) montrant un calfatage de bateau très semblable à ceux qui ont été observés sur les bateaux romains de Chalon-sur-Saône ; dans ce cas, le tissu n'est pas apparent car totalement recouvert de poix ; **i**, morceau de tissu isolé après extraction de l'échantillon n° 1143 au dichlorométhane (clichés a-d et f-i : J. Connan, Université de Strasbourg ; cliché e : C. Lonchambon).

poisse les doigts, mais n'a aucune odeur caractéristique. Il a été collecté entre le bordage étroit Pl. 4 et le bordage de bouchain (monoxyle) Pl. 5 de la section 1 (fig. 29d) où il servait à l'étanchéité de l'assemblage des planches de bois.

Ces deux prélèvements s'apparentent étroitement à l'échantillon de tissu poissé du Petit Creusot, daté de 200-250 apr. J.-C. (n° 1143, fig. 29h et i), interprété comme étant un échantillon de « calfatage » de bateau car il n'a pas été trouvé *in situ* sur une épave, mais dans des sédiments de l'ancien port antique.

## LES RÉSULTATS

Les données d'inventaires, acquises par la pyrolyse Rock-Eval, montrent des caractéristiques compatibles avec

la présence de poix, en particulier la température Tmax du pic de pyrolyse S2 qui se situe vers 360-370 °C, donc à une température bien inférieure à celle d'un bitume qui est de l'ordre de 425 °C. L'indice d'oxygène est assez élevé (22-42 mg de CO<sub>2</sub>/g de COT), ce qui est attendu pour ce type de matériau.

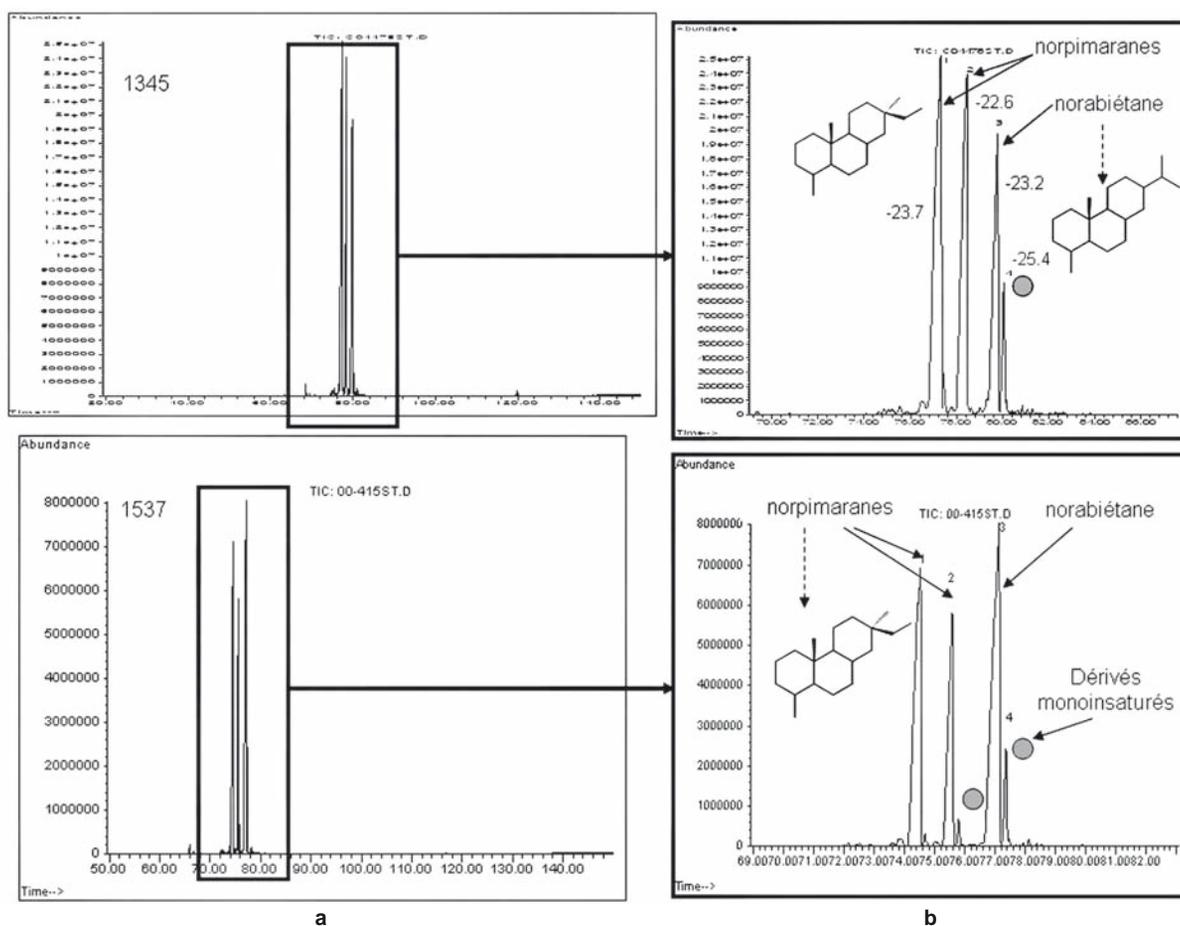
L'extraction au dichlorométhane donne un taux d'extrait élevé, respectivement de 57 % et 44 % en poids/l'échantillon (tabl. VI), et confirme l'aspect général des échantillons où le tissu est largement dissimulé par l'enduit. La composition de la phase extractible, comparable pour les deux échantillons, présente la particularité d'être assez riche en « hydrocarbures saturés » et en « hydrocarbures aromatiques ». En général les poix sont moins riches en « hydrocarbures saturés ». À Losa/Sanguinet dans les Landes, les poix

**Tabl. VI** – Données de base sur les échantillons de la pirogue (n° 1345) et du chaland (n° 1537) de Chalon-sur-Saône.

N° échantillon	MOE (% / échantil.)	Composition de l'extrait			Données Rock-Eval				Composition de l'extrait				Données isotopiques		
		sat. (%)	aro. (%)	pol. (%)	Tmax (°C)	TOC (% / échantil.)	IH (mg HC / g de TOC)	IO (mg CO <sub>2</sub> / g de TOC)	sat. %	aro.%	res.%	asp.%	δ <sup>13</sup> C <sub>asp</sub> (‰ / PDB)	δD <sub>asp</sub> (‰ / SMOW)	δ <sup>13</sup> C <sub>extr</sub> (‰ / PDB)
1345	57,4	8,7	13,1	78,3	359	29,1	406	22	11,2	14,1	36,8	38	-23,9	-130	-24,2
1537	44,36	12,8	17,9	69,3	370	46,8	419	42	11,7	16,2	32,8	39,3			

MOE (% / échantil.) : matière organique extractible au dichlorométhane en % en poids / échantillon  
 aro. (%) : % de la fraction « hydrocarbures aromatiques »  
 Tmax (en °C) : température du pic de pyrolyse S2 (en °C)  
 IH (en mg HC / g de TOC) : index d'hydrogène (en mg d'hydrocarbures / g de carbone organique total)  
 res. (%) : % résines  
 δ<sup>13</sup>C<sub>asp</sub> : δ<sup>13</sup>C sur asphaltènes  
 δ<sup>13</sup>C<sub>extr</sub> : δ<sup>13</sup>C sur extrait au dichlorométhane

sat. (%) : % de la fraction « hydrocarbures saturés »  
 pol. (%) : % de la fraction polaire  
 TOC (% / échantil.) : % de carbone organique total / échantillon  
 IO (en mg CO<sub>2</sub> / g de TOC) : index d'oxygène (en mg CO<sub>2</sub> / g de carbone organique total)  
 asp. (%) : % d'asphaltènes  
 δD<sub>asp</sub> : δD sur asphaltènes



**Fig. 30** – Courant d'ion total des fractions « hydrocarbures saturés » des échantillons n°s 1345 et 1537 des bateaux romains de Chalon-sur-Saône : **a**, fraction totale montrant que les fractions contiennent uniquement des diterpénoïdes ; **b**, zoom de la zone des diterpénoïdes avec identification des structures moléculaires (DAO : J. Connan, Université de Strasbourg).

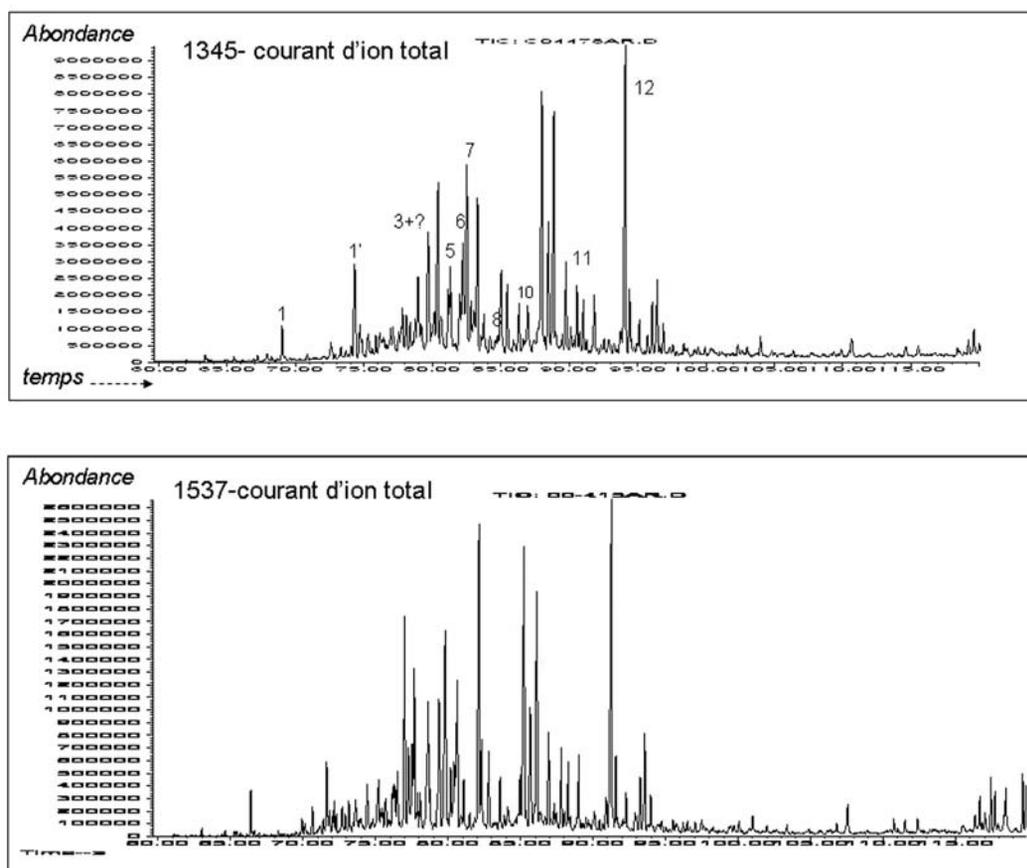


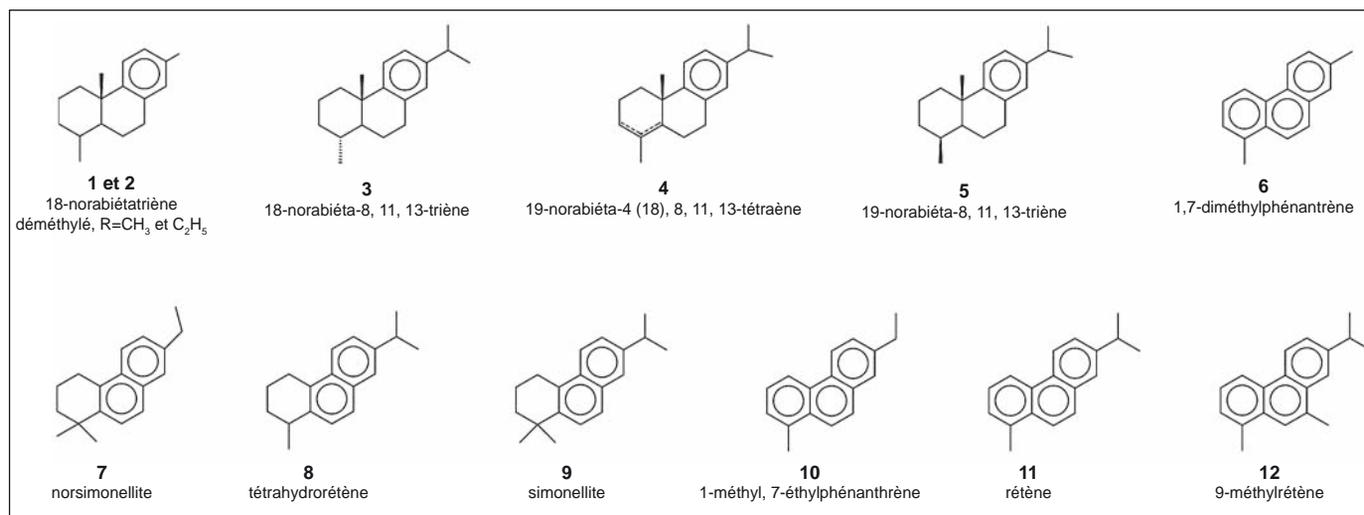
Fig. 31 – Courant d'ion total des fractions « hydrocarbures aromatiques » des échantillons n<sup>os</sup> 1345 et 1537 des bateaux romains de Chalon-sur-Saône : identification des structures moléculaires reproduites dans la fig. 32 (DAO : J. Connan, Université de Strasbourg).

gallo-romaines ne dépassent pas 5 % d'« hydrocarbures saturés » (Connan *et al.*, 2002).

La fraction « hydrocarbures saturés » est surtout marquée par la présence des molécules les plus stables, à savoir norabiétane et norpimaranes avec la présence de quelques-uns de leurs dérivés mono-insaturés (fig. 30). La présence de ces oléfines justifie la dénomination de cette fraction, à savoir « hydrocarbures saturés » et non hydrocarbures saturés. Une situation similaire a été observée dans les échantillons de poix de Chalon-sur-Saône (n<sup>o</sup> 1138) et du Petit Creusot (n<sup>os</sup> 1139, 1141, 1142, 1143, datés de 200-250 apr. J.-C.), mais aussi dans de la poix de Sanguinet (Landes) ou dans celle des bateaux romains du parc Saint-Georges à Lyon dont l'indice d'hydrogène est du même ordre de grandeur que celui des poix de Chalon-sur-Saône et du Petit Creusot. Cette propriété semble en grande partie génétique et refléterait des conditions thermiques de production de la poix relativement sévères (voir IH inférieur à 500). À première vue on pourrait penser que cette empreinte stable résulte de

l'altération secondaire de la poix par oxydation et biodégradation. Cette explication résiste difficilement à l'analyse des données disponibles, car la même empreinte se rencontre partout, que ce soit dans les échantillons apparemment bien conservés où les empreintes des « hydrocarbures aromatiques » sont classiques ou, au contraire, dans les échantillons altérés.

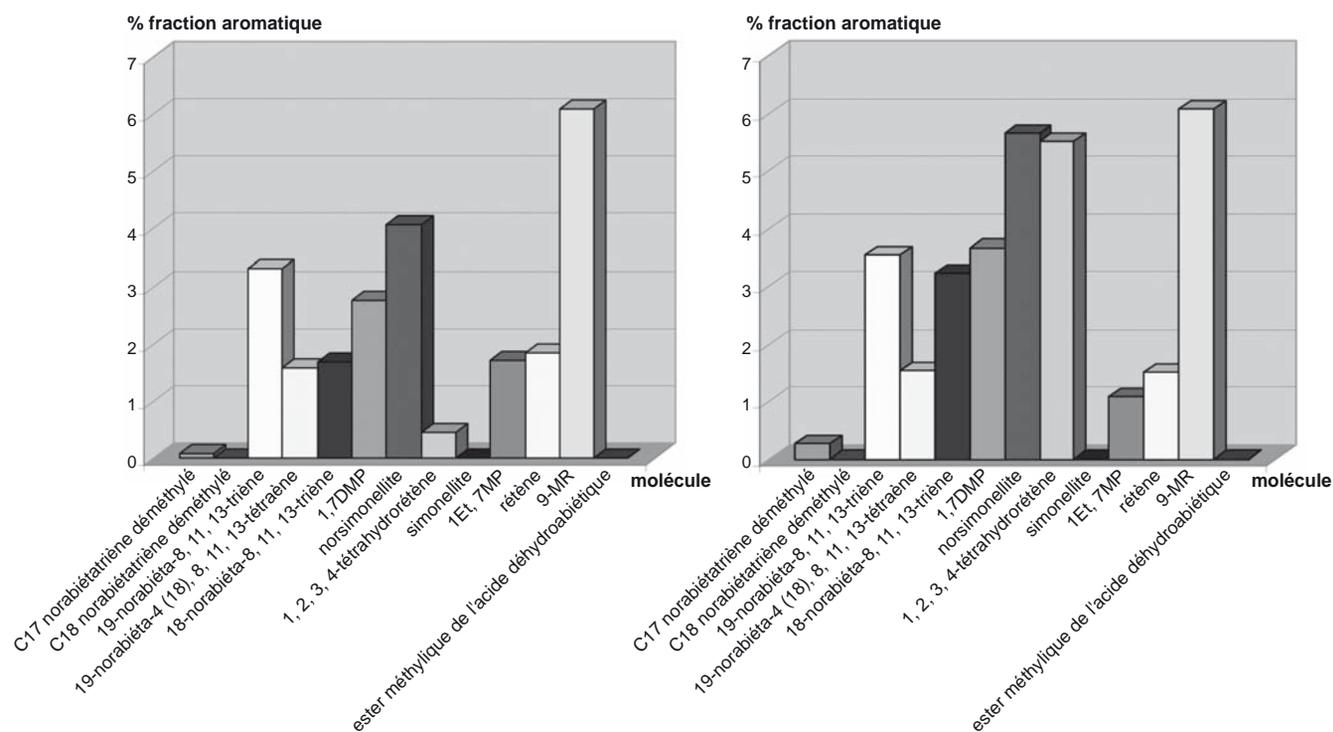
La fraction « hydrocarbures aromatiques » s'individualise par une empreinte qui n'est pas l'empreinte classique d'une poix bien conservée (fig. 31). Des empreintes similaires ont déjà été trouvées dans les poix antiques utilisées en architecture navale, par exemple celles recueillies sur la coque de l'épave *Ma'agan Mikhael*, datée de 500 av. J.-C. et fouillée en Israël (Connan, Nissenbaum, 2003), dans les poix ayant servi au lutage des bateaux romains du parc Saint-Georges, le long de la Saône, à Lyon (épave n<sup>o</sup> 3, 200 apr. J.-C. et épave n<sup>o</sup> 4, 150 apr. J.-C.) ainsi que dans la poix grattée de la quille de l'épave romaine *Barthélémy B*, découverte dans le Var et datée du 1<sup>er</sup> s. apr. J.-C. (Dalvai, 2007). En l'état actuel



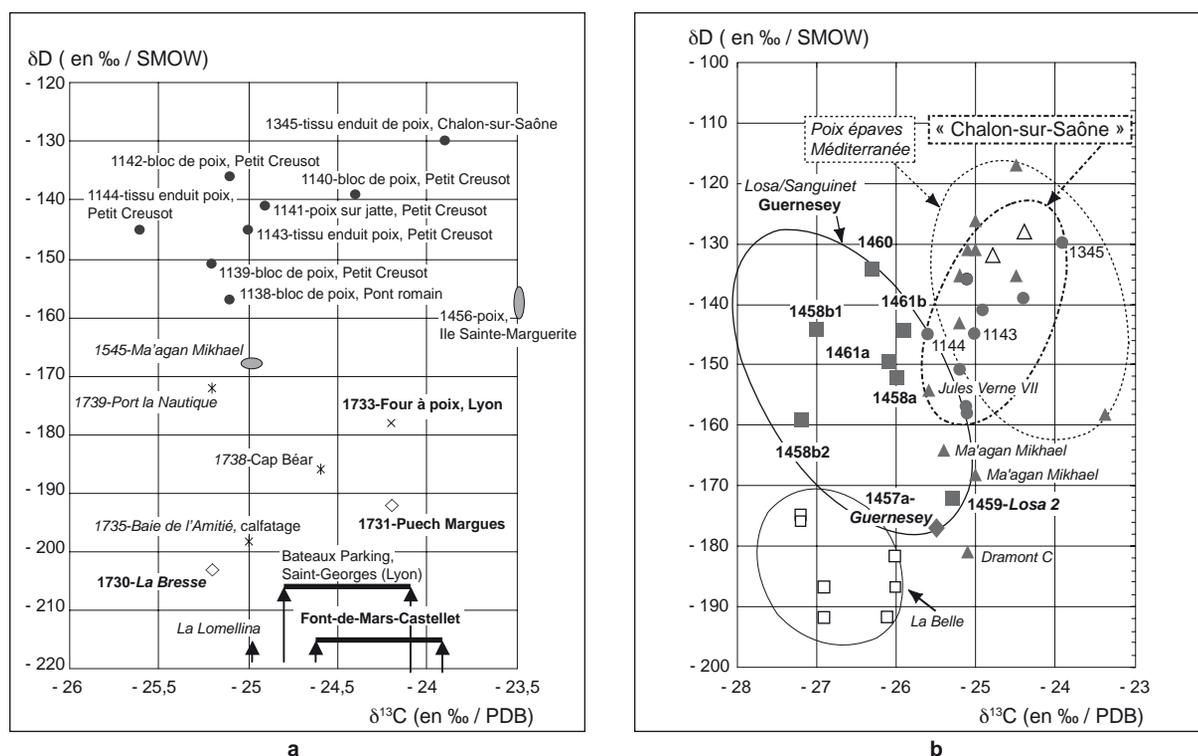
**Fig. 32** – Structures des diterpénoïdes aromatiques identifiées dans les poix classiques non dégradées (DAO : J. Connan, Université de Strasbourg).

Échantillon 1345, Chalon-sur-Saône  
Bateau monoxyle, 0-100 apr. J.-C.

Échantillon 1537, Chalon-sur-Saône  
Bateau monoxyle-assemblé, 0-100 apr. J.-C.



**Fig. 33** – Distribution des diterpénoïdes aromatiques diagnostiques dans les deux échantillons de poix des bateaux romains de Chalon-sur-Saône (DAO : J. Connan, Université de Strasbourg).



**Fig. 34** – Diagramme δD (en ‰/SMOW) vs. δ<sup>13</sup>C (en ‰/PDB) sur les asphaltènes de poix de diverses origines : **a**, Chalons-sur-Saône et Petit Creusot comparées aux poix de Lyon, de l’Aveyron et de quelques épaves de Méditerranée ; **b**, Chalons-sur-Saône et Petit Creusot comparées aux poix des chargements d’épaves antiques de Méditerranée et aux poix de La Belle et de Losa/Sanguinet (DAO : J. Connan, Université de Strasbourg).

des connaissances, ce type d’empreinte résulte de la dégradation partielle des structures aromatiques dominantes de la poix avec concentration concomitante de familles moléculaires mineures (fig. 32). Ces familles moléculaires, non identifiées, correspondraient à des familles de composés tricycliques de masse 256 et 252, et ayant respectivement trois et six doubles liaisons (Dalvai, 2007). Au cours de cette dégradation, résultat d’actions conjuguées de biodégradation et d’oxydation, il n’est pas exclu de voir apparaître de nouvelles structures par néoformation mais, à notre avis, le mécanisme dominant est l’enrichissement de familles moléculaires mineures préexistantes par élimination sélective des structures dominantes, plus sensibles à la biodégradation. Ces échantillons sont très imbibés d’eau et les bactéries imprègnent les tissus en totalité, d’où une biodégradation anaérobie efficace dont on a eu des évidences dans une autre étude géochimique conduite sur le bois de chêne des piles du pont romain de Chalons-sur-Saône. Les molécules classiques demeurent cependant détectables (fig. 32) et leur distribution est représentée dans la figure 33. Cette distribution se caractérise par un maximum placé sur la molécule de 9-méthylrétène. Il faut noter que les distri-

butions sont assez proches dans les échantillons des deux bateaux antiques de Chalons.

Les informations moléculaires montrent donc que l’on a affaire à de la poix dégradée, du fait de la mise en situation de cette poix sur des coques, et de son état dispersé par imprégnation de tissus. Des poix bien conservées sont en général de mise lorsque l’on rencontre la poix sous forme de blocs massifs car, dans ce cas, l’altération se limite à la périphérie du bloc et n’affecte en aucune manière le cœur de l’échantillon.

L’état de conservation de la poix étant défini, reste à se poser la question de son éventuelle origine géographique. En l’état actuel des connaissances sur les poix, il n’existe pas d’outils opérationnels permettant de retrouver l’origine géographique d’une poix. En ce qui nous concerne nous avons recherché des pistes exploitables en accumulant de l’information sur les données isotopiques (δ<sup>13</sup>C, δD) des asphaltènes qui livrent pour d’autres types d’échantillons archéologiques des critères génétiques. L’ensemble des résultats est présenté figure 34.

En premier lieu, on note que la poix du bateau romain de Chalons-sur-Saône s’inscrit de façon satisfaisante dans

l'ensemble des poix de la même région, en particulier celles du port antique du Petit Creusot. Toutes ces poix se situent dans la zone définie par les poix extraites de chargements d'épaves de la Méditerranée (fig. 34b). Ces poix sont par ailleurs bien différenciées des poix que nous avons analysées à Losa/Sanguinet dans les Landes ou de celles qui proviennent de *La Belle*, navire du XVII<sup>e</sup> s. qui amena Cavalier de la Salle en Louisiane en 1684 et qui coula à Matagorda Bay en 1685 (fig. 34b). Ce navire avait été armé à Rochefort et sa poix était probablement originaire des Landes. Il faut aussi noter que les valeurs isotopiques du carbone sont du même ordre de grandeur dans les poix des bateaux romains du parc Saint-Georges à Lyon et dans les poix plus récentes des fours du Castellet et de la Font de Mars près de Toulon (fig. 34a). Elles sont aussi en accord avec celles d'autres poix de navires de la Méditerranée : *La Lomellina*, *Cap Béar*, *Port la Nautique*, *Ma'agan Mikhael*, *Baie de l'Amitié* (fig. 34a). Un bémol cependant à la clé à cet ensemble de données cohérentes avec une bonne concordance également des valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  des poix de l'Aveyron (la Bresse et Puech Margues, fig. 34a). Ces dernières cependant n'ont pas les mêmes valeurs du  $\delta\text{D}$ , ce qui fait qu'il n'y a pas de concordance parfaite. Ce corpus de données, qui devra continuer à être enrichi à l'avenir, suggère que les poix de Lyon (bateaux romains de la Saône et four à poix de la rue Gerlier), de Chalon-sur-Saône et du Petit Creusot, pourraient avoir une origine méditerranéenne et ont pu être importées avec d'autres marchandises (du vin entre autres) par les voies fluviales du Rhône et de la Saône.

néenne et ont pu être importées avec d'autres marchandises (du vin entre autres) par les voies fluviales du Rhône et de la Saône.

## CONCLUSIONS

Les joints des deux bateaux romains de Chalon-sur-Saône ont été étanchés en utilisant des tissus poissés. La poix se trouve dans un état de conservation analogue dans les deux échantillons, ce qui confirme les présomptions de L. Bonnamour qui écrivait dans sa lettre du 17 mars 2000 : « L'échantillon 1537 devrait être identique à celui du bateau monoxyle que je vous avais fait parvenir mais une certitude vaut mieux qu'une supposition ». Cette poix a été dégradée vraisemblablement par biodégradation. L'origine de ces poix n'est pas établie avec certitude, mais les données isotopiques indiquent qu'elles pourraient avoir une origine méditerranéenne. La poix aurait été importée *via* le Rhône et la Saône en provenance de la Méditerranée, comme la technologie de construction des bateaux elle-même qui appartient à la sphère du savoir-faire des Romains. Cette conclusion n'est cependant pas définitive, car le raisonnement repose sur le faisceau de données disponibles et nous ne savons pratiquement rien sur d'autres sources d'approvisionnement plus proches, par exemple une production de poix dans le Jura aux époques antiques.

Jacques CONNAN

## GLOSSAIRE

**Allonge** : pièce de construction ou de mâture qui en prolonge une autre.

**Anguillier (ou anguiller)** : canal ou trou de faibles dimensions, taillé ou percé dans une varangue, une courbe ou une cloison, pour permettre à l'eau présente dans le fond de l'embarcation de s'accumuler en son point le plus bas.

**Barrot** : poutre placée au travers du bateau pour lier les deux flancs (muraillles) et maintenir ainsi l'écartement voulu, parfois utilisé comme banc ou point d'appui du mât.

**Bordage** : terme générique désignant une planche appartenant à la coque d'une embarcation. L'ensemble des bordages constitue le bordé.

**Bordage de bouchain** : bordage taillé transversalement en forme de L ou de C, à la différence d'un bouchain « composé » constitué de deux planches clouées ou chevillées ensemble.

**Bordé** : ensemble de planches ou bordages formant l'enveloppe extérieure du navire.

**Bordé monoxyle de transition** : voir bordage de bouchain.

**Bouchain** : partie de la coque comprise entre le fond et les flancs.

**Calfatage** : action consistant à enfoncer en force un matériau du type étoupe, textile, mousse... entre les jointures des bordages, à l'aide d'un fer calfat et d'un maillet spécial, dans le but de rendre ces jointures étanches.

**Can** : bord, tranche d'une planche dans le sens de sa longueur.

**Chanfrein** : arête d'une pièce abattue, taillée en biseau.

**Chantier** : fort madrier, posé sur son chant, c'est-à-dire sur le plus petit de ses côtés. Disposé en plusieurs exemplaires, il est destiné à recevoir un bateau en construction ou en réparation. Par extension, le mot s'est appliqué par la suite à l'aire de construction nautique dans son ensemble, puis à tout espace de travail.

**Clin (bordages disposés à)** : avec recouvrement partiel d'un bordage sur l'autre.

**Couple** : pièce courbe montant de la quille au plat-bord dans la structure transversale du navire et constituant l'ossature de la coque.

**Courbe** : pièce de construction à deux branches qui forment un angle plus ou moins ouvert. Pour la batellerie, ce terme désigne une pièce reliant les bordages de fond à ceux du flanc. Elle fait partie de la membrure.

**Decize** : à la descente.

**Écart** : jonction, assemblage de deux pièces de bois.

**Éléments architecturaux primaires (ou caractéristiques architecturales primaires)** : qui interviennent « activement » dans la détermination du principe et des procédés de construction à la différence des éléments architecturaux secondaires.

**Éléments architecturaux secondaires** : éléments architecturalement « passifs » au niveau du principe et des procédés de construction. C'est le cas, notamment, de tous les éléments liés aux aménagements internes de la coque et aux dispositifs de manœuvre, de direction, de propulsion ou de mouillage.

**Emplanture** : pièce de bois recevant le pied du mât.

**Épar** : terme de la batellerie traditionnelle de Saône, synonyme de varangue plate.

**Fargue** : bordage supérieur d'une embarcation ; on emploie ce terme si cet élément ne se trouve pas dans l'eau lorsque le monoxyle est à lège.

**Fonçure** : terme de la batellerie traditionnelle de Saône, synonyme de sole.

**Franc-bord (bordages disposés à)** : can (tranche) contre can.

**Genou** : pièce courbée unissant la varangue à l'allonge.

**Grume** : tronc d'arbre abattu, ébranché, recouvert encore de son écorce.

**Levée** : partie relevée du fond plat ou sole.

**Lisse de plat-bord** : longue pièce longitudinale courant d'une extrémité à l'autre d'une embarcation et couvrant le can supérieur du bordé.

**Lisse de renfort** : longue pièce longitudinale qui assure le renfort du bordé depuis l'intérieur.

**Lutage** : joint d'étanchéité non forcé mais réalisé en cours de construction par l'apposition du matériau d'étanchéité (tissu, fibres végétales...) entre deux bordages avant leur serrage.

**Maille** : intervalle entre deux membrures voisines.

**Membrure** : ensemble des éléments constituant l'ossature transversale de la coque. Chaque élément de la membrure porte un nom spécifique en fonction de sa structure et de son emplacement.

**Monoxyle** : fait d'une seule pièce de bois ; par extension se dit d'une embarcation façonnée dans un seul tronc.

**Palâtrage** : technique d'étanchéité interne d'une couture, d'une fissure, d'un défaut du bois, par application d'un lit de matière organique ou d'un tissu recouvert par une planchette ou une feuille de métal maintenue par des clous.

**Plat-bord** : ceinture en bois entourant les ponts et limitant le bordage.

**Principe de construction** : il caractérise la conception architecturale d'ensemble d'un bateau, au niveau de sa forme comme au niveau de sa structure.

**Procédés de construction** : ensemble des moyens techniques mis en œuvre, selon des séquences données, pour réaliser concrètement la coque d'un bateau en fonction d'un principe de construction déterminé.

**Serre** : Élément longitudinal d'assemblage posé sur la membrure, les couples.

**Signatures architecturales** : généralement associées à des éléments architecturaux secondaires, il s'agit de caractéristiques particulières qui ne remettent pas en cause le principe et les procédés de construction d'un bateau. Elles constituent des marqueurs archéologiques susceptibles d'être interprétés comme des révélateurs de pratiques architecturales régionales.

**Sole** : fond plat d'une embarcation dépourvu d'élément axial.

**Trait de Jupiter (assemblage à)** : assemblage formant une ligne brisée.

**Vaigre** : planche de bordage qui revêt le côté intérieur des membrures.

**Varangue** : pièce placée transversalement et symétriquement par rapport à l'axe du bateau.

**Virure** : file de planches ou de bordages courant d'une extrémité à l'autre du bateau.

## BIBLIOGRAPHIE

**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.**

1992a : *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel -I- Le Chaland de Bevaix*, Saint-Blaise, éd. du Ruau (coll. Archéologie neuchâteloise, 12), 104 p.

1992b : *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel -II- Les Bateaux d'Yverdon, les pirogues monoxydes, les embarcations polygonales*, Saint-Blaise, éd. du Ruau (coll. Archéologie neuchâteloise, 13), 128 p.

1995 : *Pirogues monoxydes d'Europe centrale -II- Construction, typologie, évolution*, Neuchâtel, Musée cantonal d'archéologie (coll. Archéologie neuchâteloise, 20-21), 184 p.

1999 : *Altariça : archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine*, Neuchâtel, Musée cantonal d'archéologie (coll. Archéologie neuchâteloise, 25), 184 p.

**AUGROS M.**

1984 : « Les ateliers de potiers augustéens de Saint-Jean-des-Vignes », *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Chalon-sur-Saône*, 53, p. 43-56.

**AYALA G., RIETH E., GUYON M.,****LAURENT F.**

2005 : *La Fouille du parc Saint-Georges, place Benoît-Crépu*, Rapport final d'opération, vol. I., inédit.

**BARBOT A.**

2001 : *Le Problème de construction navale romano-celtique en Europe du Nord-Ouest du I<sup>er</sup> au IV<sup>e</sup> s. après J.-C.*, mémoire de DEA, Université Sorbonne-Paris-I, inédit, 238 p.

**BEAUDOIN F.**

1987 : *Les Bateaux de l'Adour*, Conflans-Sainte-Honorine, éd. de l'Association des amis du musée de la Batellerie (coll. Cahiers du musée de la Batellerie, 22), 32 p.

**BECKER C., RIETH E.**

1995 : « L'épave gallo-romaine de la place Tolozan à Lyon : un chaland à coque monoxyde assemblée », in BÉAL J.-C. (DIR.), *L'Arbre et la forêt : le bois dans l'Antiquité*, Paris, De Boccard (coll. Publications de la bibliothèque Salomon-Reinach), p. 79-86.

**BONNAMOUR L.**

1998 : « Bateaux de Saône : 3000 ans d'évolution », in « Construction navale, maritime et fluviale : approches archéologique, historique et ethnologique », *Archaeo-nautica*, 14, p. 13-21.

2000 : « Les ponts romains de Chalon-sur-Saône : étude préliminaire de la pile n° 3 », *Gallia*, 57, p. 273-306.

2001-2002 : « Un bateau gravé sur un outil de marinier antique trouvé à Verdun-sur-le-Doubs (Saône-et-Loire) », *Revue archéologique de l'Est*, 51, p. 477-480.

**BONNAMOUR L. (DIR.)**

2000 : *Chalon-sur-Saône, grand pont de Saône : étude de deux bateaux du I<sup>er</sup> siècle coulés sous la pile n° 3 du pont romain*, Document final de synthèse, fouille programmée 1999-2000, inédit.

**BONNAMOUR L., MARINVAL P.**

1985 : « Céramiques gallo-romaines précoces avec dépôt de millet, dans la moyenne vallée de la Saône », *Revue archéologique de l'Est*, XXXVI, p. 321-325.

**CONAN J.**

2002 : « L'archéologie moléculaire et isotopique : étude géochimique des bitumes, brais et goudrons de bois », in MISKOVSKY J.-C. (DIR.), *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Paris, Association pour l'étude de l'environnement géologique de la préhistoire, p. 1045-1066.

**CONNAN J., MAURIN B., LONG L.,****SEBIRE H.**

2002 : « Identification de poix et de résine de conifère dans des échantillons archéologiques du lac de Sanguinet : exportation de poix en atlantique à l'époque gallo-romaine », *Revue d'archéométrie*, 26, p. 177-196.

**CONNAN J., NISSENBAUM A.**

2003 : « Conifer Tar on the Keel and the Hull Planking of the Ma'agan Mikhael Ship (Israel, 5<sup>th</sup> century BC): Identification and Comparaison with Natural Products and Artefacts Employed in Boat Construction », *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 709-719.

**CÜPPERS H.**

1983 : « Le pont romain de Trèves », in

CÜPPERS H., COLLOT G., KOLLING A. (DIR.), *La Civilisation romaine de la Moselle à la Sarre : vestiges romains en Lorraine, au Luxembourg, dans la région de Trèves et en Sarre*, Catalogue d'exposition, Paris, Musée du Luxembourg, 6-31 oct. 1983, Mayence, Philipp von Zabern (coll. Publications de la bibliothèque Salomon-Reinach), p. 290-291.

**DALVAI J.**

2007 : *Étude de poix antiques par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse : effet de l'altération*, Rapport de Master « Géosciences, environnement et risques », Strasbourg, Institut de chimie, inédit.

**DE BOE G., HUBERT F.**

1977 : « Une installation portuaire d'époque romaine à Pommerœul », *Archaeologia belgica*, 192, p. 5-57.

1978 : « Méthode et résultats du sauvetage archéologique à Pommerœul », *Archaeologia belgica*, 207, p. 1-27.

**DEVEVEY F., MOUTON-VENAULT S.**

2006 : « Organisation et chronologie des structures de production de céramiques du I<sup>er</sup> siècle apr. J.-C. de l'atelier de Saint-Jean-des-Vignes à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire) », in *Actes du congrès de la Société française d'étude de la céramique antique en Gaule, Pézenas, 25-28 mai 2006*, Marseille, SFECAG, p. 495-504.

**DE WEERD M.**

1978 : « Roman Ships at Zwammerdam », in DU PLAT TAYLOR J., CLEERE H. (EDS), *Roman Shipping and Trade : Britain and the Rhine Provinces*, CBA Research Report, 24, p. 15-21 (publié en ligne : <http://ads.ahds.ac.uk/catalogue/library/cba/rr24.cfm>)

1988 : « A Landlubber's View of Shipbuilding Procedure in the Celtic Barges of Zwammerdam, the Netherlands », in LIXA FILGUEIRAS O. (ED.), *Local Boats, Fourth international Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA, 4), Part I, Porto, 1985* (coll. British Archaeological Reports, International Series, 438-1), p. 35-51.

**ELLMERS D.**

1978 : « Shipping on the Rhine during the Roman Period : the Pictorial Evidence »,

in DU PLAT TAYLOR J., CLEERE H. (DIR.), *Roman Shipping and Trade : Britain and the Rhine Provinces*, CBA Research Report, 24, p. 1-14 (publié en ligne : <http://ads.ahds.ac.uk/catalogue/library/cba/tr24.cfm>)

#### GASPARI A.

1998 : « Pontonium iz Lip na Ljubljanskem barju », *Arheoloski vestnik*, 49, p. 187-224 [résumé anglais, p. 222-224].

#### GUYON M.

2005 : « Les bateaux antiques », in AYALA G., RIETH E., GUYON M., LAURENT F. (DIR.), *La Fouille du parc Saint-Georges, place Benoît-Crépu -IV- Lyon (Rhône) : les bateaux de Saint-Georges*, Rapport final d'opération 2005, inédit, p. 29-70, fig. 84-201.

#### JOLY M., BARRAL P.

1992 : « Céramiques gallo-belges de Bourgogne : antécédents, répertoire, productions et chronologie », in *Actes du congrès de la Société française d'étude de la céramique antique en Gaule, Tournai, 28-31 mai 1992*, Marseille, SFECAG, p. 101-130.

#### LAFEUIL H.

2005 : *Contribution à l'étude du mobilier archéologique gallo-romain découvert dans la Saône : le chargement de deux chalands de transport du I<sup>er</sup> s. apr. J.-C.*, mémoire de Maîtrise d'archéologie, Université Sorbonne-Paris-I, inédit, 155 p.

#### LONCHAMBON C.

2000a : « Le bateau monoxyle dit "monoxyle-étendu" ; le bateau monoxyle-assemblé », in BONNAMOUR L. (DIR.), *Chalon-sur-Saône. Grand pont de Saône : étude de deux bateaux du I<sup>er</sup> siècle coulés sous la pile n° 3 du pont romain*, Document final de synthèse,

fouille programmée 1999-2000, inédit, p. 6-24.

2000b : « Un bateau monoxyle-assemblé à Chalon-sur-Saône (I<sup>er</sup> siècle apr. J.-C.) », in *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, éd. Errance, p. 174-178.

#### LONG L.

1994 : « Épave Arles-Rhône 2 », in *Histoire du Rhône en pays d'Arles, Actes du colloque d'Arles, 7 nov. 1992*, Arles, éd. du Groupe archéologique arlésien, p. 54-55.

#### LONG L., RIVAL M., GRECK S., GUIBAL F.

2005 : *L'Épave gallo-romaine Arles 3 : une embarcation à coque monoxyle assemblée*, Rapport de fouille 2005, inédit, dépôt DRASSM, CCJ, IMEP, 32 p., photos et fig.

#### MARLIER S.

2005 : *Systèmes et techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne*, thèse de Doctorat, inédite, déposée à la Bibliothèque d'Antiquités d'Aix-en-Provence, 2 vol., texte : 734 p. et vol. 3, ill. : 262 p.

2008 : *L'Épave Arles-Rhône 3 : opération de fouille archéologique subaquatique programmée*, Rapport d'opération 2008, inédit, dépôt DRASSM.

#### MARLIER S., GRECK S., DJAOUI D.

2007 : *L'Épave Arles-Rhône III : opération de sondage archéologique subaquatique*, Rapport d'opération 2007, inédit, dépôt DRASSM, CCJ, 153 p.

#### MARSDEN P.

1967 : *A Ship of the Roman Period from Blackfriars, in the City of London*, Londres, Guildhall Museum.

1977 : « Celtic Ships of Europe », in MAC GRAIL S. (ED.), *Sources and Techniques in Boat Archaeology, Archaeological Series*

n° 1, *Symposium at Greenwich, sept. 1976*, Greenwich, National Maritime Museum (coll. British Archaeological Reports, Supplementary Series, 29), p. 281-287.

#### MONTHEL G.

1996 : « Chalon-sur-Saône : les ateliers de potiers gallo-romains », in *30 ans d'archéologie en Saône-et-Loire*, Dijon, Comité départemental de la recherche archéologique de Saône-et-Loire, p. 280-282.

#### PHILIPPE M., RIETH E., VEYRAT E.

2006 : « Tardinghen-Le Châtelet (Pas-de-Calais) », *Bilan scientifique de la région Nord-Pas-de-Calais, 2005*, p. 183-184.

#### RIETH E.

1998 : *Des bateaux et des fleuves : archéologie de la batellerie du Néolithique aux Temps modernes en France*, Paris, éd. Errance, 159 p.

2005 : « Archéologie de la batellerie gallo-romaine et construction "sur sole" », in AYALA G., RIETH E., GUYON M., LAURENT F. (DIR.), *La Fouille du parc Saint-Georges, place Benoît-Crépu -IV- Lyon (Rhône) : les bateaux de Saint-Georges*, Rapport final d'opération, p. 5-26.

2006 : « Archéologie et architecture nautique monoxyle-assemblée et assemblée », in *Archéologie de la batellerie, architecture nautique fluviale*, Conflans-Sainte-Honorine, éd. de l'Association des amis du musée de la Batellerie (coll. *Cahiers du musée de la Batellerie*, 56), p. 49-75.

#### VERNHET A.

1993 : « Exploitation de la résine et du bois de pin dans les Causses à l'époque gallo-romaine », in *Échanges, circulation d'objets et commerce en Rouergue de la Préhistoire au Moyen Âge*, La Primaube, Publication du Musée archéologique de Montrozier, p. 116-119.