



Revue archéologique de l'Est

**Tome 60 | 2011
n° 183**

La pirogue gallo-romaine de Sassenay (Saône-et-Loire)

**Fabrice Laurent, Jean-Michel Minvielle, Jacques Connan, Mike Darnell,
Adry Bissada et Pierre Poveda**



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rae/6727>
ISSN : 1760-7264

Éditeur

Société archéologique de l'Est

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2011
Pagination : 537-552
ISBN : 978-2-915544-18-3
ISSN : 1266-7706

Référence électronique

Fabrice Laurent, Jean-Michel Minvielle, Jacques Connan, Mike Darnell, Adry Bissada et Pierre Poveda, « La pirogue gallo-romaine de Sassenay (Saône-et-Loire) », *Revue archéologique de l'Est* [En ligne], Tome 60 | 2011, mis en ligne le 29 novembre 2012, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rae/6727>

LA PIROGUE GALLO-ROMAINE DE SASSENAY (SAÔNE-ET-LOIRE)

Fabrice LAURENT*, Jean-Michel MINVIELLE**,
avec la collaboration de Jacques CONNAN***, Mike DARNELL****,
Adry BISSADA***** et Pierre POVEDA*****

Mots-clés *Pirogue monoxyle, Saône, époque gallo-romaine.*

Keywords *Logboat, Saône, Gallo-Roman period.*

Schlagwörter *Einbaum, Saône, gallo-römische Epoche.*

Résumé *Une pirogue monoxyle gallo-romaine a été découverte en 2007 dans la Saône, lors d'une prospection subaquatique à Sassenay. Il s'agit d'un des rares témoins de cette famille architecturale pour la période dans le bassin rhodanien. Mesurant 8,40 m de longueur, l'embarcation en chêne apparaît particulièrement cintrée.*

Abstract *A Gallo-Roman logboat was discovered in 2007 in the Saône while prospecting underwater at Sassenay. It is one of the rare examples of this type of architecture from this period to be found in the Rhodanian basin. Measuring 8,40 m in length, the boat, made from oak, is particularly curved.*

Zusammenfassung *Bei einer Unterwasser-Prospektion in Sassenay wurde 2007 in der Saône ein gallo-römischer Einbaum entdeckt. Es handelt sich um eines der seltenen Zeugen dieser Familie dieser Periode im Rhonebecken. Das 8,40 M lange Eichenboot scheint besonders gebogen zu sein.*

CONTEXTE DE LA DÉCOUVERTE

La *pirogue monoxyle*¹ de Sassenay a été découverte dans la Saône en 2007, lors d'une campagne de prospection menée par un groupe de plongeurs issus des sections archéologiques subaquatiques de l'A.S.PRE.NAUT. Chalon-sur-Saône, du Comité Départemental de Saône-et-Loire et de la Ligue de Bourgogne de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins². Les possibilités que cette embarcation soit d'époque gallo-romaine et bien conservée ont

conduit à réaliser un diagnostic durant l'été 2008. En concertation avec le Service Régional de l'Archéologie de Bourgogne, il a été décidé de ne pas la fouiller entièrement dans ce cadre. L'opération consistait à suivre le sommet d'un bordé pour juger de son état de conservation, à dégager les extrémités, à réaliser un sondage en partie médiane, à recueillir des données sur son contexte archéologique, puis à la recouvrir à l'issue de l'opération. L'étude *in situ* de cette pirogue a donc été partielle. Néanmoins, elle nous apprend

1. Les termes en italique sont définis dans le glossaire en fin d'article.
2. Association Sportive de PREvention NAUTique, 2 rue d'Amsterdam, 71000 Chalon-sur-Saône. Nous tenons à remercier les plongeurs

qui ont participé à cette opération ainsi que Louis Bonnamour (ancien conservateur du Musée Denon de Chalon-sur-Saône), qui l'a motivée et nous a permis de faire dater le bateau par carbone 14.

* Doctorant, spécialiste en architecture navale fluviale, Université Louis Lumière-Lyon 2, 139 Grande rue de la Guillotière, 69007 Lyon.

** Instructeur fédéral en archéologie-FFESSM, 58 route de Colombey, 71380 Epervans.

*** Professeur honoraire, Laboratoire de Biogéochimie Moléculaire, UMR 7177 du CNRS, Institut de Chimie, Université de Strasbourg, 25 rue Becquerel, 67087 Strasbourg cedex 02.

**** Senior Researcher, Department of Geosciences, University of Houston, 312 Science and Research Bldg.1, Houston TX, 77204-5507, USA..

***** Professor, Petroleum Geochemistry, Department of Geosciences, University of Houston, 312 Science and Research Bldg.1, Houston TX, 77204-5507, USA.

***** Doctorant, allocataire de recherche à l'Université de Provence, Centre Camille Jullian, UMR 6573 du CNRS, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence.

Bateaux	Type	Système architectural	Datation	Méthode	Référence
Chalon-sur-Saône 1/1996	Pirogue	Monoxyle « étendu »	50-70 ap. J.-C.	Contexte archéologique	
Chalon-sur-Saône 2/1996	Chaland	Fond assemblé	50-70 ap. J.-C.	Contexte archéologique	
Lyon/PSG 8/2003	Chaland	Assemblé	55 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB
Sassenay 2007	Pirogue	Monoxyle	4-130 ap. J.-C.	¹⁴ C	Ly-14618
Sassenay 2007	Pirogue	Monoxyle	4-131 ap. J.-C.	¹⁴ C	Ly-14619
Lyon/PSG 5/2003	Chaland	Monoxyle-assemblé	150 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB
Lyon/PSG 4/2003	Chaland	Monoxyle-assemblé	158-185 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB
Lyon/PSG 3/2003	Chaland	Monoxyle-assemblé	160-185 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB
Lyon/PSG 2/2003	Chaland	Monoxyle-assemblé	210-215 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB
Lyon/PSG 7/2003	Chaland	Monoxyle-assemblé	254-260 ap. J.-C.	Dendrochronologie	LC-EB

Fig. 1. Datation des bateaux d'époque gallo-romaine découverts dans la Saône (Laboratoire de Chrono-Écologie de Besançon (LC-EB), Université de Franche-Comté, UMR 6565).

beaucoup; c'est pourquoi sa présentation s'avère nécessaire, car après discussions aucune étude complémentaire n'est envisagée.

DATATION

Deux prélèvements de bois, effectués dans la *fargue* et la base monoxyle, ont permis de dater la pirogue de Sassenay par la méthode du carbone 14, du 1^{er} ou du début du II^e siècle (les dates BP sont identiques : - 1930 ± 35)³. Dans la Saône, elle s'inscrit parmi un groupe de neuf bateaux d'époque gallo-romaine (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 59-112; RIETH, GUYON, 2010, p. 35-100). Trois datent du 1^{er} siècle, trois du II^e siècle et deux du III^e siècle (fig. 1).

LOCALISATION ET CONDITIONS DE GISEMENT

La pirogue de Sassenay se trouve au milieu de la Saône, mais plus en rive droite, au point kilométrique 148,120 (fig. 2). Positionnée parallèlement à la berge (orientée nord-est/sud-ouest), la poupe face au courant, elle repose selon une gîte de 20° sur *bâbord* (d'où un tassement) et affecte une inclinaison d'environ 2,5°, plus importante que celle de la pente actuelle de la rivière. De fait, la poupe est apparente par 4,30 m de profondeur tandis que la proue est engravée sous 30 cm de sédiments. Prise dans une couche argileuse grise et collante, mais ensevelie sous une couche de gravier, la pirogue se situe à l'extrémité sud d'une étendue subaquatique relativement plane, qui se poursuit jusqu'au point kilométrique 148,400, au moins. Celle-ci est marquée en rive droite par une très faible déclivité et donc une profondeur assez constante de 4 m à 4,50 m environ, à l'été 2008. Au niveau de la pirogue, cette dernière s'accroît, puis atteint rapidement 7,50 m dans le canal de navigation, surcreusé en rive gauche.

3. Centre de Datation par le Radiocarbone (Ly), Université Claude Bernard-Lyon 1, UMR 5138.

MILIEU DE NAVIGATION

Dépassant de 16 cm du fond, un piquet de 9,8 cm de diamètre se trouve isolé à proximité de l'embarcation. Sa présence suggère que la légère rupture de pente, précédant l'embarcation à l'ouest, a constitué une berge, mais à une époque indéterminée car ce pieu n'est pas daté. L'étendue plane qu'elle délimite résulte alors probablement du comblement de *mouilles* entre les bancs latéraux de convexité ou de l'arasement des mouilles, dont on devine encore les contours (fig. 2). Dans les deux cas, l'oblitération d'un ancien méandre a procédé au nivellement du fond.

La découverte fortuite de cette pirogue est donc due à une évolution favorable de la Saône, contrairement aux bateaux de la même période du bassin rhodanien mis au jour de façon contextuelle ou circonstancielle. Les embarcations de Chalon-sur-Saône ont en effet été exhumées sous plusieurs mètres d'alluvions, alors que celles de Lyon, de surcroît, étaient à côté du cours actuel de la rivière. De fait, à l'époque romaine, les grands cours d'eau ont adopté un style à chenaux multiples ou en tresses, en raison d'une activité hydrologique déficiente, malgré quelques crues débordantes aux I^{er}-II^e siècles (BRAVARD, 1997, p. 129-149; BRAVARD *et alii*, 1997, p. 177-201). Dès lors, leur faible débit n'a pas permis d'évacuer les alluvions, ce qui a exhaussé leur lit et contribué à ce qu'ils divaguent ou qu'ils s'étalent, formant un chevelu au gré des atterrissements qu'ils créaient, ou des reliefs. Dans *La guerre des Gaules*, César explique d'ailleurs que l'*Arar* était si paisible que l'œil ne pouvait en distinguer la direction. Il ajoute que lors du conflit qui l'oppose aux Helvètes (58 av. J.-C.), ces derniers l'ont franchi sur des radeaux (*ratibus*) et des barques jointes ensemble (*linteribus junctis*)⁴. Avec les pirogues monoxyles (*linter*, *alveus* ou *trabaria*) et les *chalands* (aux appellations variées selon leur fonction et leur architecture), il s'agit probablement des principaux types d'embarcations navigant sur la rivière durant l'Antiquité (IZARRA, 1993, p. 88, p. 111-114).

4. CÉSAR, textes rassemblés vers 52-51 av. J.-C., livre I, Chap. XII.

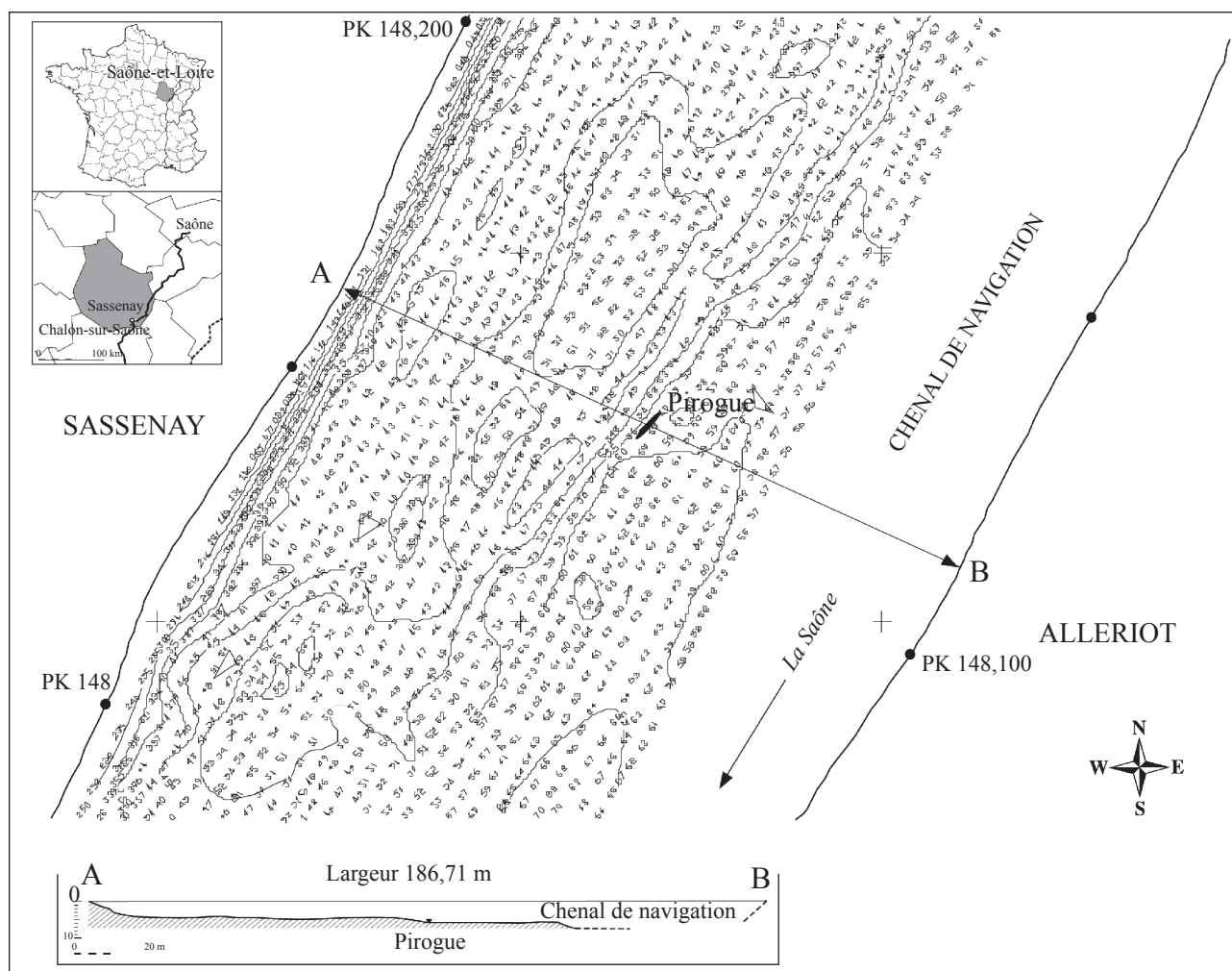


Fig. 2. Carte de localisation de la pirogue, courbes bathymétriques et profil transversal de la Saône à Sassenay (F. Laurent).

Cependant, après la pirogue de Chalon-sur-Saône, celle de Sassenay représente seulement la deuxième embarcation de cette famille architecturale pour cette période, alors que les découvertes de bateaux sont nombreuses depuis les années 2000 dans le bassin rhodanien (treize bateaux fluviaux). Neuf ou dix sont de grandes barges (ou chalands) d'une architecture mixte, qualifiée de « monoxyle-assemblée », découvertes en contexte urbain devant les entrepôts d'*Arelate* (Arles), à proximité de zones d'accostage à *Lugdunum* (Lyon) et encastrées dans les piles du premier pont de *Cabillonum* (Chalon-sur-Saône)⁵. Assemblée, l'épave 8 de Lyon/Parc Saint-Georges gisait au pied d'un ponton qui lui était contemporain (AYALA, 2007, p. 158-

166; 2010, p. 15-27)⁶. L'évolution hydro-géomorphologique de la Saône explique donc probablement que les découvertes de pirogues soient extrêmement rares pour l'Antiquité en contexte rural, où ces embarcations faciles à construire étaient pourtant probablement localement très répandues dans le cadre d'une navigation de proximité. C'est le cas au III^e siècle av. J.-C. sur le Rhône, comme en témoigne Tite-Live : « Hannibal amena [les Gaulois riverains du fleuve], par des cadeaux, à rassembler et à fabriquer des bateaux [...]. C'est pourquoi on réunit une immense quantité de bateaux et de barques préparés au hasard pour les relations de voisinage ; puis les Gaulois, les premiers, se mirent à en faire de nouvelles en creusant des troncs d'arbres ; ensuite, les soldats aussi, poussés par l'abondance du bois et la facilité de ce travail, firent eux-mêmes en hâte des embarcations informes [...] »⁷.

5. En l'absence de bordés, le système architectural du chaland 2 de Chalon-sur-Saône est incertain : monoxyle-assemblé ou assemblé (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 59-112). Pour le Rhône : Lyon/Tolozan 1990 (BECKER, RIETH, 1995, p. 77-91) et les épaves Arles/Rhône 2/1989, 3/2004 et 5/2007 (LONG, 2010, p. 13-18).

6. Pour les conditions de gisement des épaves de Lyon, Parc Saint-Georges : AYALA, 2007, p. 158-166; AYALA, 2010.

7. TITE-LIVE, *Histoire romaine*, fin du I^{er} siècle av. J.-C.-début du I^{er} siècle, livre XXI, chap. XXVI.

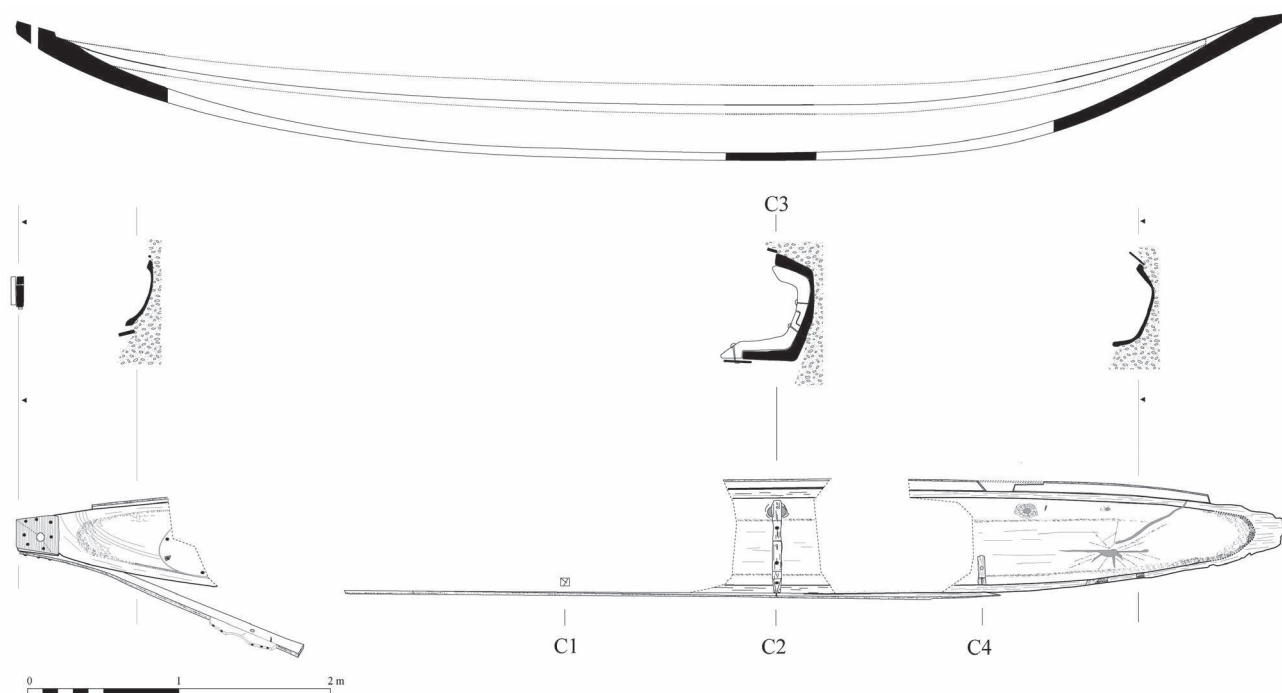
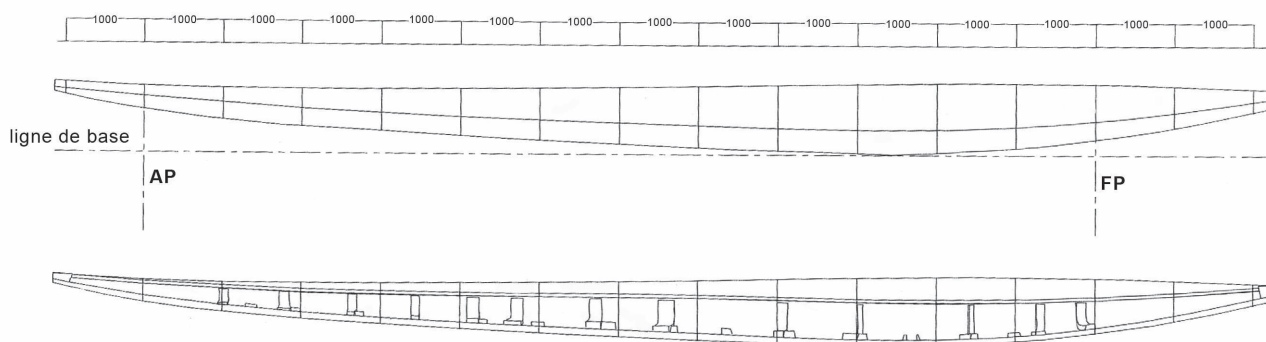
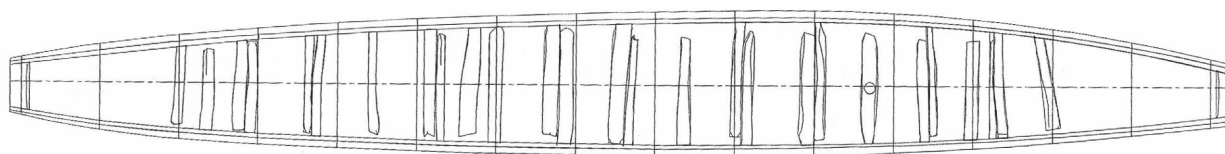


Fig. 3. Relevé de la pirogue de Sassény (F. Laurent, G. Charleux).

La pirogue reconstituée : plan de forme



Plan de forme de la pirogue reconstituée



Plan de fouille

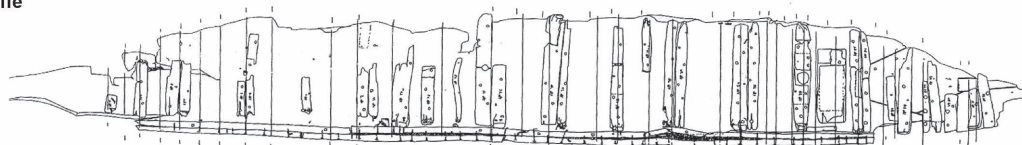


Fig. 4. Relevé et restitution de la pirogue gallo-romaine de Chalon-sur-Saône : longueur connue = 15,46 m, largeur connue = 0,72 m (LONCHAMBON et alii, 2009, p. 74, fig. 12).

FORMES

En plan, la forme de la pirogue de Sassenay est celle d'un fuseau tronqué asymétrique. La *courbant* se situe à proximité des *courbes* C2 et C3 (fig. 3). La *proue* est de forme sub-trapézoïdale. Elle est marquée par un resserrement prononcé des *bordés* qui, curvilignes, s'interrompent pour former un seuil étroit de 19 cm de large. De forme semi-elliptique, la *poupe* est formée par un méplat d'environ 23 cm de long, avant le creusement interne de la *levée*. La section transversale trapézoïdale est ouverte. Elle est formée par un fond plat, néanmoins légèrement concave dans les levées, et des bordés plats, évasés selon un angle d'environ 120°. Le *bouchain* apparaît intérieurement rond, mais extérieurement plus anguleux. Comme le plan, la section longitudinale est asymétrique. Peu lisible du fait du dégagement partiel du bateau, elle semble néanmoins exclusivement formée par deux levées *tonturées*. En conséquence, le fond du bateau apparaît particulièrement arqué et les bordés cintrés⁸. Des *fargues* réduisent en partie la différence de hauteur entre le corps du bateau et ses extrémités, notamment aux points de convexité des bordés et du fond (correspondant longitudinalement à la *bouge* et en plan au courbant). La pirogue de Sassenay est morphologiquement très proche de celle découverte à environ 8 km en aval, à Chalon-sur-Saône (fig. 4). Elles ont en commun le même plan asymétrique curviligne, associé à une section trapézoïdale rehaussée. Si les pirogues de La Tène font cruellement défaut et que les ^{v^e-viii^e} siècles sont mal renseignés dans la Saône, ces caractéristiques morphologiques ne se trouvent ni sur les pirogues plus précoces du Hallstatt, aux formes totalement courbes, ni sur celles plus tardives du Moyen Âge, inversement parfaitement polygonales.

DIMENSIONS

La pirogue de Sassenay mesure 8,40 m de longueur, 0,73 m de largeur maximale à l'extérieur de la base monoxyle aux bordés et atteint 0,86 m, évasement des *fargues* compris. À la *bouge*, la hauteur maximale de la base est de 0,36 m, contre 0,525 m avec les *fargues*. Les bordés sont épais de 4 à 5 cm, les *bouchains* de 7 cm, le fond de 6 à 7 cm, le méplat à la *poupe* de 12,50 cm. La longueur de la base monoxyle de Sassenay est de près d'un tiers plus petite que celle de Chalon-sur-Saône (12,15 m relevés)⁹. Néanmoins, par rapport aux nombreuses pirogues en chêne du Moyen Âge, elle s'inscrit dans la catégorie des grands monoxyles¹⁰. Sans les *fargues* et toutes proportions gardées,

la base monoxyle est modérément étroite en plan ($l/L = 1/11,50$), assez basse longitudinalement ($h/L = 1/23,33$) et moyennement profonde transversalement ($h/l = 1/2,02$)¹¹. Pour cette pirogue de sections transversales polygonales, l'existence de *bouchains* n'a donc pas contribué à dissocier hauteur et profondeur, ou hauteur et largeur. Dans un premier temps, on a donc probablement voulu exploiter au mieux les dimensions de la grume (diamètre et longueur) ou sa morphologie (circonférence et élançement), par rapport à l'évasement des bordés et à la forme de la section longitudinale. Avec les *fargues*, la pirogue devient plus large d'environ 1/6, mais surtout plus haute de près d'1/3. C'est ainsi que par rapport à ses paramètres, elle reste modérément étroite ($l/L = 1/9,76$), mais devient moyennement haute ($h/L = 1/16$) et surtout, assez profonde ($h/l = 1/1,63$). Dans un deuxième temps, l'adjonction de *fargues* modifie donc ses rapports de proportion, qui laissent apparaître que sa hauteur (section longitudinale) et surtout sa profondeur (section transversale) constituent ses caractéristiques dimensionnelles. Les dimensions connues de la pirogue de Chalon-sur-Saône montrent que cette dernière est inversement modérément profonde ($h/l = 1/2,25$)¹².

FORMES, COURBES HYDROSTATIQUES ET FONCTION(S)

Les calculs des courbes hydrostatiques et de la capacité de charge témoignent de l'incidence des dimensions et des formes de cette pirogue, pour ses performances et ses qualités nautiques (fig. 5)¹³.

À *lège* et sous son propre poids (365 kg avec les *fargues* et sans les *membrures*), son enfoncement est de 18,7 cm, ce qui représente un tiers de la hauteur de la section transversale à la *bouge*; c'est beaucoup. Avec une charge supplémentaire, elle devient théoriquement transversalement instable (intersection $\Delta/OMt = 369$ kg); mais en réalité, tout dépend comment le poids est réparti. En outre, il faut tenir compte de l'importance considérable du couple de force de redressement entre les sections transversale et longitudinale. Il s'agit d'une conséquence de la forme du bateau. En effet, en raison du principe de la poussée d'Archimède, l'évasement des bordés et la forme cintrée de la section longitudinale augmentent la surface de portée plus ou moins proportionnellement à la charge, ce qui abaisse transversalement le centre de gravité, de sorte qu'il varie peu. On voit alors que la courbe CMI est ascendante (fait très rare pour une pirogue, car peu d'entre elles affectent une telle dissymétrie), ce qui signifie que plus le bateau est chargé, plus il devient stable longitudinalement. Le couple de force

8. La description de sa forme procède d'une reconstitution.

9. La longueur totale observée est de 15,46 m, car la pirogue est rallongée d'un élément rapporté. Pour cette raison, elle est qualifiée de « monoxyle étendue » (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 67-76).

10. LAURENT, thèse en cours. Dans la Saône au Moyen Âge, 6/8 m correspond aux dimensions des petites pirogues, 8/10 m aux grandes, plus de 10 m aux très grandes. Les dimensions de la base monoxyle de la pirogue de Chalon-sur-Saône sont exceptionnelles, mais il en existe une plus grande dans la Saône: celle de l'Âge du Fer de Saint-Germain-du-Plain, de 12,37 m de longueur (DUMONT, TREFFORT, 1994, p. 305-319).

11. LAURENT, thèse en cours. À ce jour dans le bassin rhodanien (17 individus), toutes formes et périodes confondues, les rapports moyens se rapprochent des valeurs suivantes: $h/l = 1/2$, $l/L = 1/9$, $h/L = 1/18$.

12. LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 67-68. Largeur: 1,62 m; hauteur: 0,70 m.

13. Les courbes hydrostatiques ont été calculées avec les *fargues*. Pour la méthode des calculs: ARNOLD, 1980, p. 185-189. L'analyse a été critiquée par Pierre Poveda.

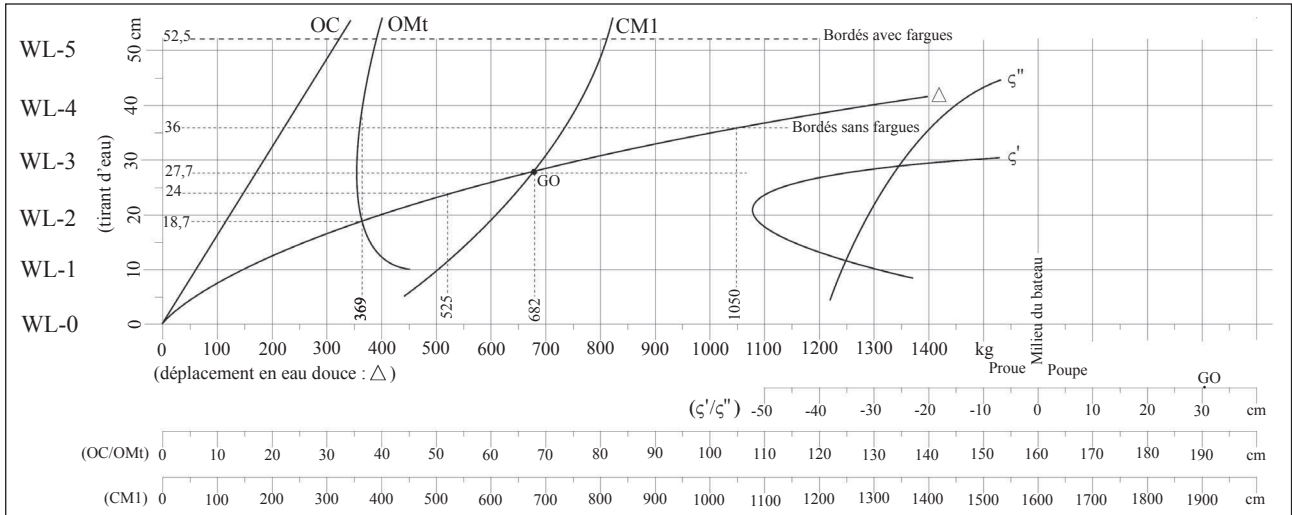


Fig. 5. Courbes hydrostatiques (F. Laurent). Δ : volume d'eau déplacé; OMt: position du métacentre transversal initial; ζ' : distance du centre de gravité de la flottaison par rapport au milieu du bateau; ζ'' : distance du centre de carène par rapport au milieu du bateau; CM1: position du métacentre longitudinal initial; OC: distance entre le centre de carène et WL-0.

de redressement (CMI/OMt) s'établit à environ 525 kg, ce qui correspond à une charge de 160 kg. Elle équivaut au poids d'environ deux hommes de 65 kg avec une cargaison de 30 kg. Néanmoins, le bateau restant transversalement stable avec un enfoncement au niveau de son centre de gravité, sa charge doit être idéale à 317 kg; d'autant que tout contribue à ce que son *franc-bord* se tienne entre 18,7 cm et 27,7 cm. Cette charge correspond au poids de deux hommes avec une cargaison de 187 kg, ou à celui de quatre hommes avec une charge de 57 kg. Avec une charge maximale de 685 kg, la ligne de flottaison se situe au sommet de la base monoxyle, à la bouge. Si le bateau reste transversalement stable, mais qu'il tangue, on ne peut dire dans quelle mesure cela constitue un problème en condition de navigation active avec une charge comprise entre 317 kg et 685 kg. En effet, cela dépend de la répartition de la charge, du type de navigation (avalant, montant ou transversal) et de la force de propulsion par rapport à la forme du bateau. De fait, son plan pénétrant ainsi qu'une propulsion importante pourraient lui permettre de fendre les vagues, le rendant moins sensible à la gîte. Curviligne, son plan contribue probablement aussi à ce que la pirogue soit manœuvrante, car il lui procure une bonne inertie, comme les sections, avec cette polarité. En charge, la forme de la coque présente l'inconvénient majeur de réduire considérablement son volume utile et nécessite de concentrer le poids de la cargaison au point le plus profond du bateau, pour obtenir un bon équilibre longitudinal. Cela suggère que la cargaison doit être à forte densité.

Ainsi, ce bateau devait être particulièrement stable, rapide et manœuvrant et pouvait probablement naviguer dans les moindres *brassières* de la Saône, tant à lège qu'en charge. Celle-ci est idéale à 317 kg, mais reste inférieure à la masse de la pirogue. Comme ces qualités résultent de son activité principale, on peut supposer qu'elles sont favorables à une fonction de *coursier*, de bac, au portage d'une cargaison de faible volume et à forte densité, ou pour la

pêche. Un rôle polyfonctionnel ne peut pas être exclu. Pour Chalon-sur-Saône, la masse de la cargaison est calculée à environ 5,09 tonnes au maximum. Catherine Lonchambon estime fort justement que c'est peu pour ce chaland de transport (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 73). Il faut alors remarquer que pour un doublement des dimensions de la pirogue de Sassenay, la capacité de charge serait de 634 kg pour une longueur proche de celle de Chalon-sur-Saône. Cette masse paraît dérisoire pour une fonction de transport de charge.

LES MEMBRURES TRANSVERSALES

Quatre membrures transversales ont été observées dans la pirogue. Il s'agit de courbes rapportées, pièces taillées à angle dans un tronc avec départ de branche. Quadrangulaires et assujetties sur leur face la plus large, elles mesurent 5 à 8,5 cm de côté en moyenne. Sur le bordé bâbord, leur espacement est de 1,36 m. Toutes les courbes sont fixées intérieurement par des clous: un dans le fond et un dans le bordé. Ils ont une tête légèrement bombée et ronde, de 2,5 cm de diamètre. La pointe mesure 13 cm de long et la section carrée, 0,7 cm de côté (fig. 6). Dans leur partie verticale, le clouage est très disparate: au milieu de la courbe C4, au sommet du bordé monoxyle pour la courbe C3, au sommet de la courbe C2, mais dans la fargue.

Seule l'extrémité supérieure de la courbe C1 a été observée contre la fargue. La courbe C2 est entaillée pour s'encastrer dans le flanc bâbord, selon le principe de l'*endementement*. Elle déborde donc sur l'épaisseur du bordé, puis s'élève jusqu'au sommet de la fargue. Les courbes C2 et C3 sont affrontées et s'assemblent à *mi-bois* sur l'axe longitudinal du bateau. À cet endroit, un trou indique qu'un clou supplémentaire garantissait la fixation au milieu de l'assemblage. La partie horizontale de la courbe C4 n'est pas taillée pour s'assembler à *mi-bois* avec un vis-à-vis. Pourtant, un clou subsistait sur le bordé opposé, ce qui suggère qu'une

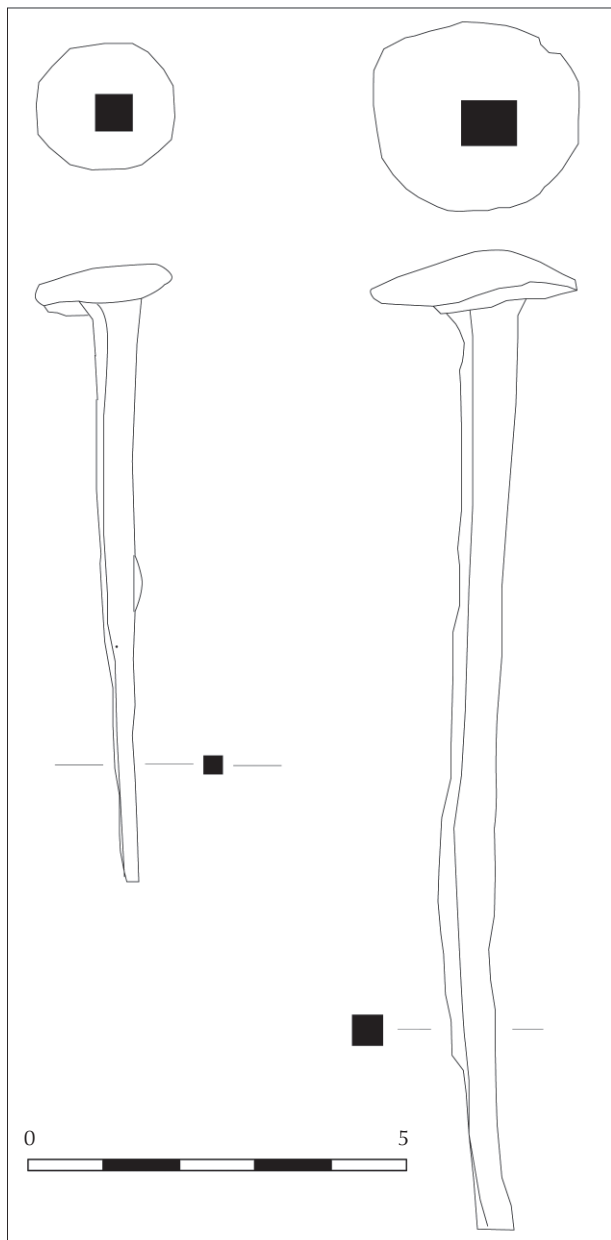


Fig. 6. Clous de fixation (J.-M. Minvielle).

membrure existait. Si les courbes C1 et C2 dépassent de la hauteur du bordé monoxyde, ce n'est pas le cas des courbes C3 et C4. Cela indique qu'elles n'ont pas toutes la même fonction, malgré leur répartition régulière. Comme elles n'assurent pas d'assemblage, il faut alors les considérer comme des renforts secondaires, destinés à consolider des réparations (C3 est plaquée contre une réparation) ou à garantir la résistance de la coque (*couple* C2/C3).

LES FARGUES

En résineux, les fargues ont été découpées selon la forte convexité des bordés, de sorte que leur hauteur est croissante des extrémités vers la bouge. À bâbord seulement, on a pu observer de surcroît qu'elles forment une *virure* consti-

tuée par deux éléments affrontés, à 4,32 m de la proue. Cet agencement répond vraisemblablement à des contraintes mécaniques. Il répartit les tensions sur chaque élément, soulage leur fixation et évite un difficile « cintrage intégral », à la fois selon la convexité du plan et selon celle du profil longitudinal. Les fargues sont larges de 10 à 23,5 cm et épaisses de 1,5 à 2 cm. À la bouge, elles relèvent la hauteur du bateau de 17 cm environ. Le recouvrement partiel de la base monoxyde s'effectue sur une hauteur de 6 cm. Les fargues sont clouées extérieurement à la coque selon un pas très régulier de 32 cm en moyenne. Les clous à tête ronde ont 1,8 cm de diamètre en moyenne, une section carrée de 0,7 cm au maximum et une pointe de 7,6 à 8,8 cm de longueur (fig. 6). Ils sont rarement traversants et dans ce cas rabattus.

LA SOUCHE

Une planchette trapézoïdale renforce la proue. Ses bases sont larges de 19 et 26 cm. Cette *souche* mesure 28 cm de longueur, 3,8 cm d'épaisseur du côté le moins large et de 2 cm du côté opposé. Son centre est percé d'un trou relativement circulaire de 5,6 à 5,8 cm de diamètre, ayant vraisemblablement permis de passer une amarre ou un piquet d'ancrage. La souche est fixée à la coque par sept clous, enfoncés de haut en bas, les mêmes que pour les fargues (fig. 6).

LES RÉPARATIONS

La pirogue a subi un certain nombre de réparations à cause du pourrissement ou de la dessiccation des cernes de croissance, autour de la moelle du tronc et de nœuds. À la poupe, dans la levée, le cœur ovoïde du tronc (5 x 11 cm de diamètre) a ainsi été colmaté au moyen de fibres textiles imperméabilisées par une substance jaunâtre (fig. 7b). Produite en annexe, l'analyse géochimique de deux prélèvements de jointement montre qu'il s'agit de tissus poissés, matériaux d'étanchéité qui révèlent une influence maritime méditerranéenne (RIETH, GUYON, 2010, p. 98)¹⁴. Depuis le cœur, rayonnant suivant l'éclatement des rayons médullaires, cinq fentes ont été colmatées de la même manière. Toujours dans le fond mais vers la proue, une réparation a consisté à intégrer un *romaillet* dans la base monoxyde (fig. 7a). Elle témoigne vraisemblablement de la position du cœur du tronc à cette extrémité. Visibles intérieurement, trois agrégats d'un métal gris argenté (du plomb ?) semblent recouvrir la tête de trois clous, enfoncés dans le romaillet, à environ 2 cm du joint. On ne sait pas de quelle manière ces clous garantissent la fixation de cette pièce (clouage tangentiel ?). Sur le flanc *tribord*, le cœur de 2 à 3 cm de diamètre d'un nœud de 15 cm de diamètre, ainsi qu'un autre nœud ovoïde (de 9 x 13 cm de diamètre), sous la courbe C3, sont également garnis d'un jointement. Ce dernier circonscrit un romaillet. Un jointement se trouve aussi entre les fargues et la base monoxyde. Ici, la cohésion des matériaux

14. Analyse de Jacques Connan, Mike Darnell et Adry Bissada.

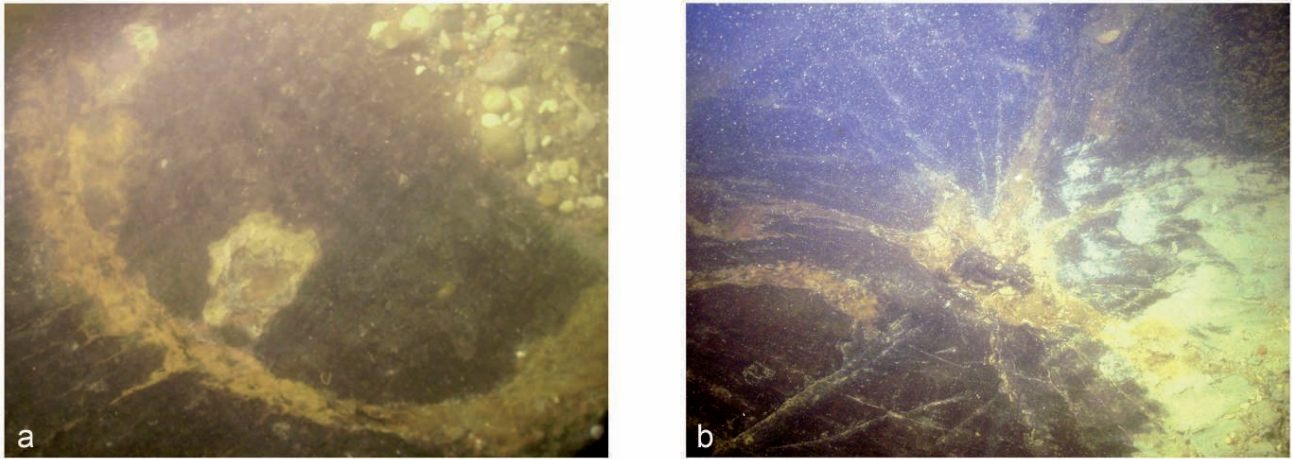


Fig. 7. Détail des réparations sur le cœur du tronc : à gauche (a), à la poupe ; à droite (b), à la proue (clichés J.-M. Minvielle).

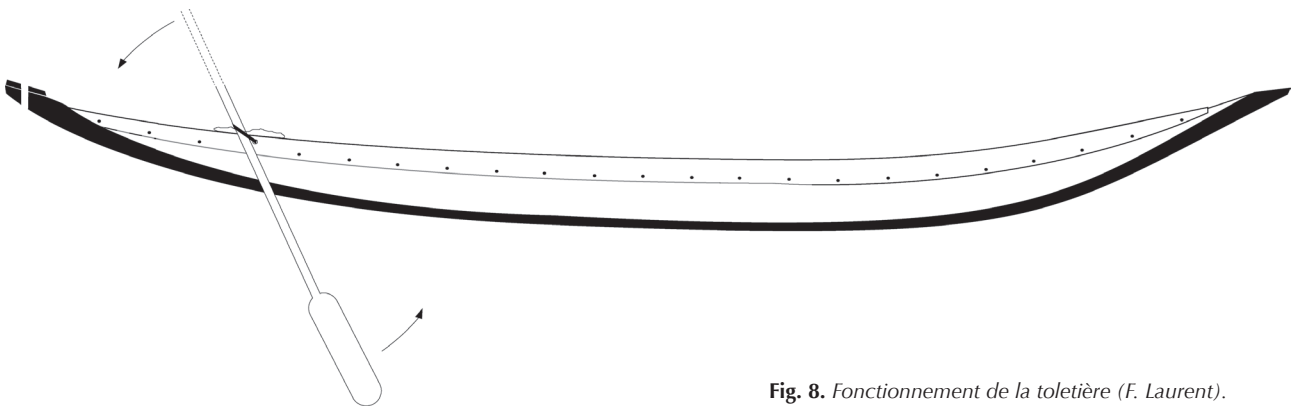


Fig. 8. Fonctionnement de la toletière (F. Laurent).

d'étanchéité est assurée par la compression des éléments qui l'encadrent. La technique d'interposition est donc celle du *lutage* ; c'est-à-dire que le jointement a été disposé lors de l'assemblage des éléments (et non après, comme c'est le cas pour le *calfatage*).

MODE DE NAVIGATION

La pirogue de Sassenay était mue à l'aviron. En témoigne la découverte très exceptionnelle d'un support, à 1,60 m de la proue sur bâbord. Cette *toletière* mesure 47,5 cm de long et 4,5 cm de haut au maximum. Elle est fixée au *can* de la fargue bâbord par cinq clous (deux vers la proue et trois vers la poupe), qui se répartissent autour d'une encoche elliptique de 14,5 cm de long et profonde de 2 cm au maximum (fig. 8). C'est dans cette dernière que se logeait l'aviron. À 1 cm en dessous de la toletière et décalé vers la poupe, un trou de 3 cm de diamètre permettait de passer une *estrope* qui, nouée autour de la rame, l'arrimait à la coque tout en lui laissant une liberté de mouvement. La position de ce trou et la forme de l'encoche suggèrent que la toletière n'est efficace que si le rameur se tient debout dos à la proue et tire la rame vers lui. Bien que parfois inverse (tribord-avant/bâbord-arrière), cette position est conforme pour une navigation à deux (ARNOLD, 1995, p. 162-163, 176, 180-181). Le second rameur se trouverait alors sur tribord-arrière, la largeur et la profondeur des pirogues

n'autorisant pas l'utilisation de deux rames affrontées sur un même axe transversal, du fait du large débattement que ce mode de propulsion nécessite. Cependant, nous n'avons pas observé de toletière sur ce côté fragile et à cette extrémité, qui dépassait du sédiment. Il faut signaler qu'avec cette localisation, le second rameur se tiendrait debout au point le plus profond du bateau (ou à proximité). Or, si on envisage une fonction de transport pour ce bateau, cela devient problématique, car c'est aussi en cet endroit que doit se situer l'essentiel de la cargaison. Il est à noter que l'utilisation d'avirons n'exclut pas celle d'autres moyens de propulsion, la perche et la pagaie notamment.

RELATIONS ENTRE FORMES ET MODES DE NAVIGATION

Morphologiquement, les pirogues gallo-romaines de la Saône ont aussi la particularité d'avoir en commun une section longitudinale exclusivement formée par deux levées asymétriques. Or, cette forme ainsi que celle de leur plan n'ont pas les mêmes implications sur leur polarité. En effet, sur la pirogue de Sassenay, propulsée à l'aviron, la levée la plus longue correspond à la proue et la « moitié la plus pleine » et la plus profonde à la poupe. Sur celle de Chalon-sur-Saône, pourvue d'une *emplanture* pour un mât de halage permettant de l'orienter, c'est l'inverse. Sur la pirogue néerlandaise des II^e-III^e siècles de Zwammerdam

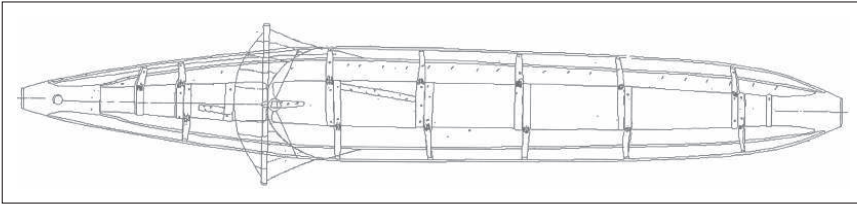


Fig. 9. Restitution de la pirogue monoxyde gallo-romaine 3 de Zwammerdam : longueur = 10,40 m, largeur estimée = 1,40 m (BOCKIUS, 2002, p. 51).

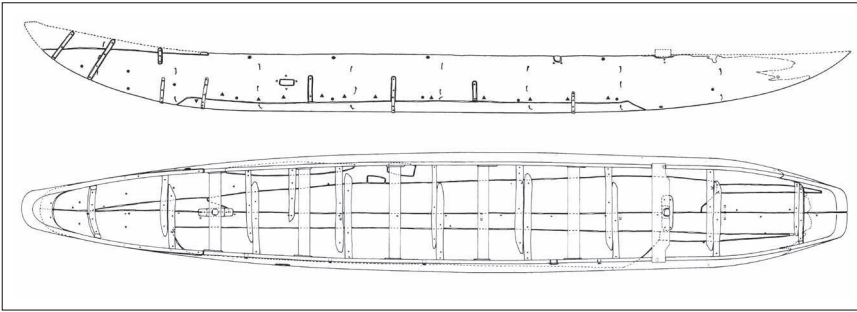


Fig. 10. Restitution de la barque monoxyde-assemblée gallo-romaine d'Yverdon-les-Bains : longueur estimée = 10 m, largeur = 1,45 m (ARNOLD, 1992, p. 37).

3/1973 (BOCKIUS, 2002, p. 49-59), l'emplanture pour un mât de voilure se situe du côté le plus étroit, mais un peu en retrait du courbant, vers la proue (fig. 9). Il faut alors signaler que sur la barque suisse monoxyde-assemblée d'Yverdon-les-Bains 1984 (III^e-IV^e siècles), où la section est formée par un fond plat encadré de deux levées de mêmes dimensions (fig. 10), Bêat Arnold envisage une *amphidromie*, « la moitié la plus pleine » constituant l'avant lors d'un halage et inversement lors d'une navigation à la rame (ARNOLD, 1992b, p. 40)¹⁵. De fait, avec « une moitié avant plus pleine » et à levée courte, les bateaux sont moins hydrodynamiques qu'avec un plan opposé, de sorte que cette extrémité peu pénétrante offre plus de résistance au tirage (bien qu'il faille tenir compte de la forme de l'extrémité : à étrave, à seuil étroit ou large). Cela constitue néanmoins un avantage, car avec une longue distance de corde, cette forme procure aussi moins d'inertie par rapport à la force oblique du halage, réduisant les risques de « travers », le bateau restant manœuvrant à faible vitesse. L'évolution des petites barques en bois de la Saône et du Rhône montre ainsi que plus la force de propulsion devient importante, plus la proue est effilée et/ou sa levée longue, pour des questions de pénétration dans l'eau et de glisse ; ce qui est clair avec la dernière génération motorisée. Il faut signaler que, par rapport à l'emplanture de mât de la barque d'Yverdon-les-Bains, disposée dans l'axe longitudinal et destinée à porter une voile comme pour Zwammerdam 3, Bêat Arnold ne lui attribue qu'une fonction secondaire pour assister les rameurs, la force de propulsion nécessitant alors la présence d'un *défecteur* pour empêcher l'eau de rentrer dans la coque. On voit donc que le mode de propulsion des bateaux a une importance considérable sur leur morphologie, ce qui pourrait expliquer la forme particulière de la section longitudinale de la pirogue de Sassenay.

15. Il existe des supports de *bancs de nage* réservés dans la masse du bois des bordés.

POSITION DE LA PIROGUE DANS SON TRONC

Les positions du cœur du tronc, observées dans les levées, nous donnent l'axe de la moelle, ce qui permet de positionner la pirogue en partie basse dans sa grume. Le déjettement des fibres du bois à la proue ainsi que la présence de nœuds à tribord indiquent qu'elle était de surcroît décalée horizontalement, au plus proche de la circonférence du tronc (fig. 11). Horizontalement, l'axe de la moelle ne correspond donc pas à l'axe de symétrie du bateau. De fait, ces axes correspondent aux points de faiblesse caractéristiques des pirogues, et de surcroît polygonales, nettement plus faibles au niveau de leur résistance que celles à sections courbes. C'est l'évasement de la section transversale et l'existence de *tontures*, qui expliquent sa position verticale. Cette dernière permet en effet, d'une part d'obtenir un évasement maximum par rapport au diamètre du tronc (dans une limite d'environ la moitié de sa circonférence) et, d'autre part, de bénéficier de l'autre moitié pour tailler les extrémités relevées. Cette position basse suggère qu'une fois le tronc abattu, puis réduit et ébranché pour former une grume, la première étape de façonnage a consisté à tailler le sommet des bordés¹⁶. Avec ces positions, le diamètre médian de la grume est estimé à 1 m, celui du chêne (*Quercus sp.*) à la souche à 1,25 m. Compte tenu des dimensions du bateau avec les fargues, mais surtout de la forme de la base monoxyde, c'est peu¹⁷. Il aurait en effet fallu débiter une grume d'environ 1,10 m de diamètre pour obtenir ce résultat, sans ces éléments rapportés ; et de 1,25 à 1,30 m de diamètre pour y intégrer la totalité de la pirogue. À la proue, le déjettement des fibres indique en effet que son sommet a été taillé dans une branche maîtresse. Cette extrémité se

16. LAURENT, thèse en cours. En position haute, il semble, inversement, que l'on commence par former la face externe du fond.

17. Large de 1,60 m, la pirogue de Chalon-sur-Saône a été débitée dans un tronc estimé à environ 2 m de diamètre (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 67). On atteint vraisemblablement ici les limites dimensionnelles de cette architecture avec un chêne.

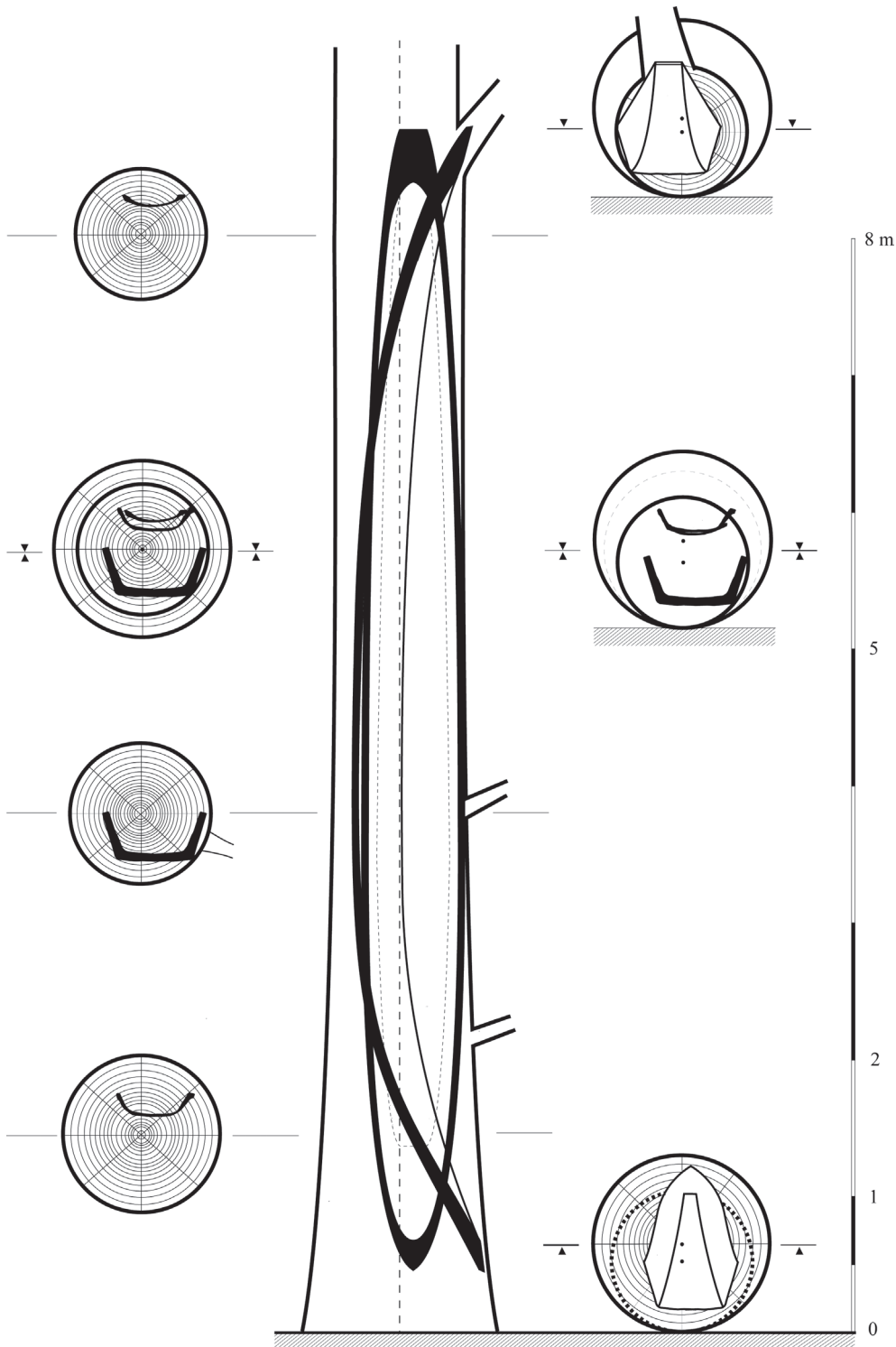


Fig. 11. Position de la pirogue dans sa grume (F. Laurent).

situé donc dans le houppier, tandis que la poupe a été formée au plus bas dans la souche, vraisemblablement pour profiter de son élancement¹⁸. De la sorte, si la « géométrie construite » de la section transversale trapézoïdale s'écarte de la « géométrie naturelle » de la circonférence du tronc, celle

de la section longitudinale s'arc-boute en partie supérieure selon la forme de l'arbre¹⁹. Malgré cela, la perte en matière première reste considérable. Elle correspond aux 3/4 de la grume, sans l'évidement²⁰.

18. Datée par dendrochronologie de 39 av. J.-C., la pirogue CH/Bevaix 1977 a aussi sa proue proéminente taillée dans une branche maîtresse (ARNOLD, 1995, p. 114).

19. Concepts définis par Éric Rieth (2006, p. 50).

20. Calculé à partir du rapport des aires entre la plus grande section de la pirogue et la circonférence théorique du tronc dans lequel elle s'inscrit (LAURENT, thèse en cours).

CONCLUSION

Comme la pirogue de Chalon-sur-Saône, celle de Sassenay montre qu'on n'hésite pas à appliquer à l'époque gallo-romaine certains principes normalement exclus du concept même de l'architecture monoxyle, à une période où l'architecture monoxyle-assemblée prend un essor considérable. Ils consistent à rapporter des éléments structurels (membrures, renforts et fargues), avec des clous pour leur fixation, ainsi que des pièces de réparations intégrées dans la coque, avec un jointement pour en garantir l'étanchéité. D'origine méditerranéenne, l'usage du tissu poissé pour étancher la coque constitue une signature architecturale de la batellerie gallo-romaine du bassin rhodanien (RIETH, GUYON, 2010, p. 98). Avec la pirogue de Sassenay, on voit alors que cette pratique est aussi bien utilisée sur d'immenses barges de transport que sur un frêle esquif.

De formes assez proches et construites selon des principes comparables, les pirogues de Chalon-sur-Saône et de Sassenay présentent néanmoins des différences importantes. La première, assez large et aux dimensions considérables,

était halée et servait vraisemblablement au transport de marchandises. La deuxième, dont la polarité est inverse, apparaît profonde et relativement grande. Mue à la rame, il est difficile de déterminer sa fonction. Néanmoins, par de nombreux aspects (formes, dimensions, stabilité, capacité de charges et mode de navigation), elle aurait pu servir de coursier, de bac, au portage d'une cargaison de faible volume et à forte densité, ou pour la pêche. On ajoutera enfin deux caractéristiques qui pourraient permettre d'affiner l'origine des traditions architecturales appliquées à la pirogue, dès lors que le nombre de monoxyles sera plus conséquent. Celles-ci concernent l'agencement et l'assemblage du couple de courbes. C2 est endentée dans le bordé rehaussé à *clin* et s'assemble à mi-bois avec C3 sur l'axe longitudinal du bateau, ce qui confère une certaine « monoxylité » au couple. Ce principe se rencontre sur l'épave 8 de Lyon ainsi que sur le chaland 2 de Chalon-sur-Saône, datés du I^{er} siècle, où les membrures monoxyles sont taillées en « U ». Il trouve en outre des similitudes avec les épaves bataves Zwammedam 2/1972 et 6/1974 (II^e-III^e siècles) (ARNOLD, 1992a, p. 79-80).

ANNEXE : ÉTUDE GÉOCHIMIQUE DE DEUX ÉCHANTILLONS DE LUTAGE DE LA PIROGUE DE SASSENAY (J. CONNAN, M. DARNELL, A. BISSADA)

Deux échantillons de lutage ont été analysés par un protocole archéométrique, adapté du schéma utilisé couramment pour l'étude des pétroles et des roches mères (CONNAN, 2002, p. 1045-1066). Ce lutage a été effectué à base de tissus « poissés » conformément à la tradition méditerranéenne. L'étude était destinée à prouver que l'enduit utilisé est bel et bien de la poix.

Les échantillons

Deux échantillons de la partie avant de la pirogue (fig. 12e) ont été soumis au protocole analytique utilisé habituellement pour les échantillons archéologiques. L'échantillon n° 2584 provient du lutage qui existe au niveau de la jonction bordé-surélévation du bordé (fig. 12a et 12b). L'échantillon n° 2585 est issu du lutage qui a été mis en place pour réparer un éclatement du bois au niveau d'un nœud (fig. 12c). Dans les deux cas, l'enduit de couleur jaune (fig. 12d et 12f), évoquant une poix oxydée, est accompagné de morceaux de tissus (fig. 12f). L'usage de tissus « poissés », appliqués lors d'un calfatage ou d'un lutage, a déjà été observé sur des chalands d'époque gallo-romaine découverts dans la Saône et le Rhône (LONCHAMON *et alii*, 2009, p. 102-108 ; CONNAN *et alii*, 2000, p. 40-47 ; CONNAN, CHARRIÉ-DUHAUT, 2010, p. 147-172).

Les résultats

Les résultats analytiques sont consignés dans la figure 13.

La teneur en extrait des échantillons analysés est élevée, entre 34 et 49 % de l'échantillon brut, ce qui montre l'importance de l'enduit utilisé. La composition de cet enduit est pratiquement la même dans les deux échantillons avec 6-9 % d'hydrocarbures « saturés » pour 8-9 % d'hydrocarbures aro-

matiques. Les asphaltènes constituent la fraction dominante, comme c'est généralement le cas, et atteignent plus de 60 %. Ces compositions sont compatibles avec celles de poix.

La valeur isotopique du carbone de l'extrait (-26,4-25,9 ‰ / PDB) est voisine de celle trouvée dans les poix du jointement des chalands gallo-romains du parking Saint-Georges, à Lyon (CONNAN, CHARRIÉ-DUHAUT 2010, p. 147-172). Celles-ci s'échelonnent de -24,3 à -24,8 ‰ / PDB²¹. Il en va de même de la valeur isotopique des asphaltènes : -24,5 ‰ / PDB en moyenne pour treize échantillons de poix des chalands, pour -25,0 / -25,2 ‰ / PDB pour les poix de la pirogue de Sassenay.

L'analyse des hydrocarbures « saturés » et aromatiques par couplage CG-SM montre que les deux prélèvements possèdent des empreintes très voisines (fig. 14)²². Les hydrocarbures « saturés » sont uniquement composés des structures les plus stables, norabiétane **13** et norpimaranes **14**, dont les structures, ainsi que toutes celles des hydrocarbures aromatiques qui seront énoncées, sont données dans la figure 15. Aucune structure oléfinique n'est présente comme cela a été vu dans les jointements des chalands gallo-romains de Lyon. Par contre, ces empreintes sont celles des tissus poissés du Petit Creusot, destinés à étancher des bateaux, bien que dissociés de tout élément de coque.

21. PDB = Pee Dee Belemnite = standard isotopique international pour le carbone = 0. Pee Dee est une belemnite de la formation crétacée de Caroline du Sud (USA). $\delta^{13}\text{C}$ en ‰ / PDB = $[(R_{\text{échantillon}} - R_{\text{standard}}) / R_{\text{standard}}] \times 1000$.

22. CG-SM = chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

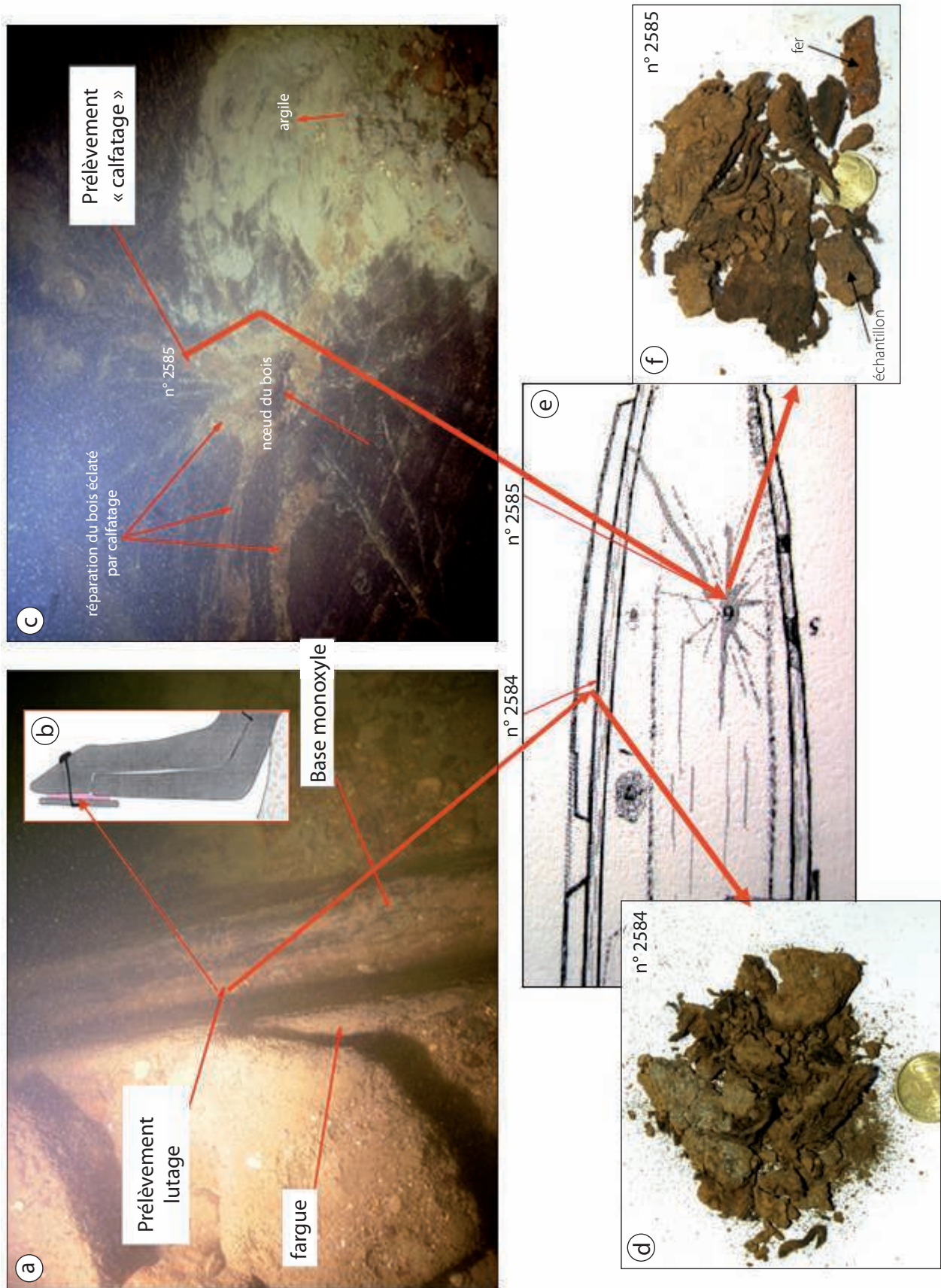


Fig. 12. Photographies de détail et localisation des échantillons prélevés sur la pirogue (J. Conan).

Description binoculaire	Teneur en extrait organique (% / éch.)	Hydroc. saturés (%)	Hydroc. aromatiques (%)	Résines (%)	Asphaltènes (%)	d ¹³ C _{ext}	d ¹³ C _{sat}	d ¹³ Caro	d ¹³ C _{res}	d ¹³ C _{asp}
Masse de «poix» jaune imprégnant de nombreuses fibres du tissu de lutage	34,1	6	8,8	21,3	63,9	-26,4	N.D.	-29,2	-25,5	-25,0
«Poix» jaune recouvrant les fibres végétales du tissu	49,3	9	8	21,5	61,5	-25,9	-27,2	-27,1	-25,6	-25,2

Fig.13. Données de base sur les échantillons (J. Connan).

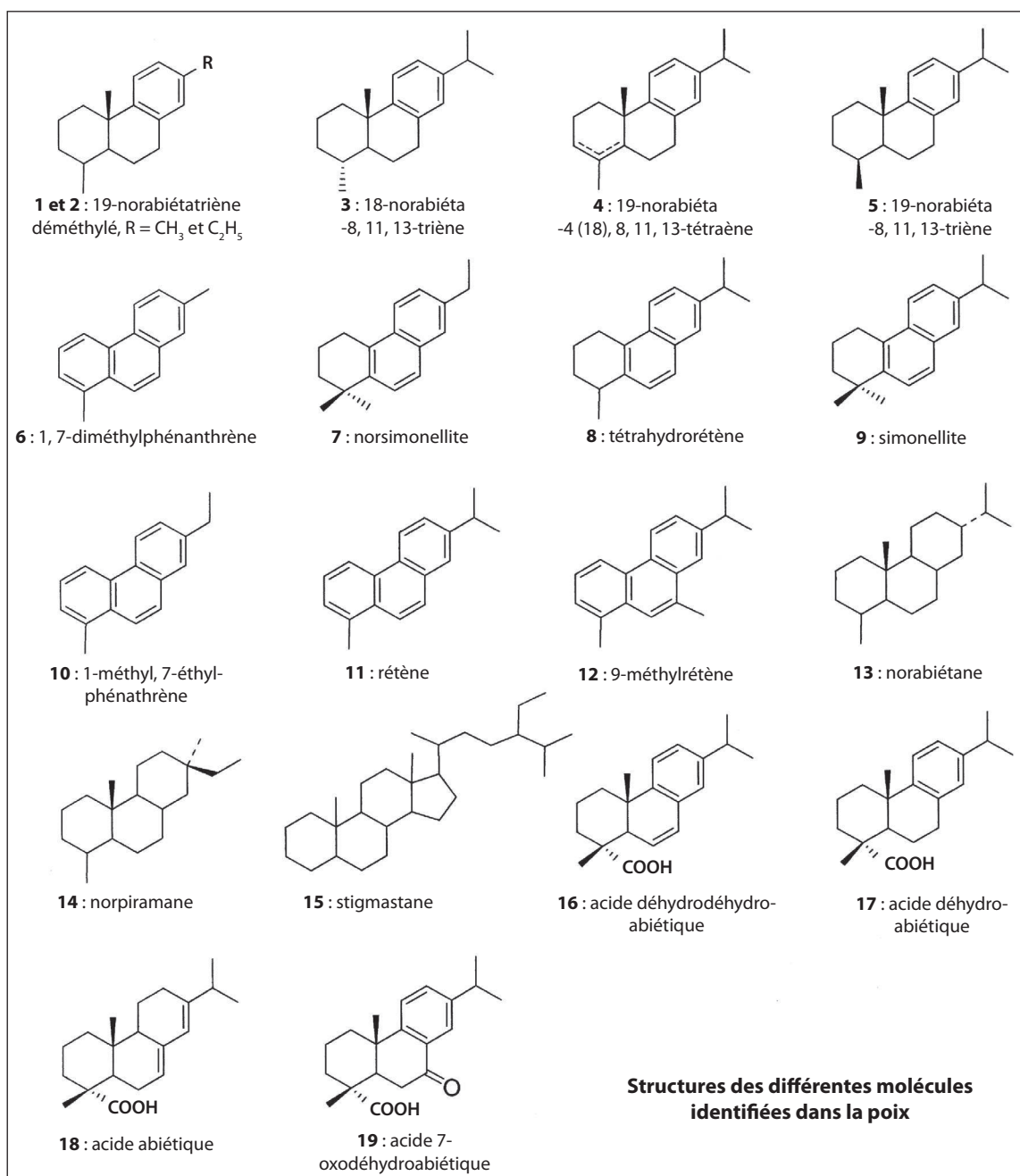
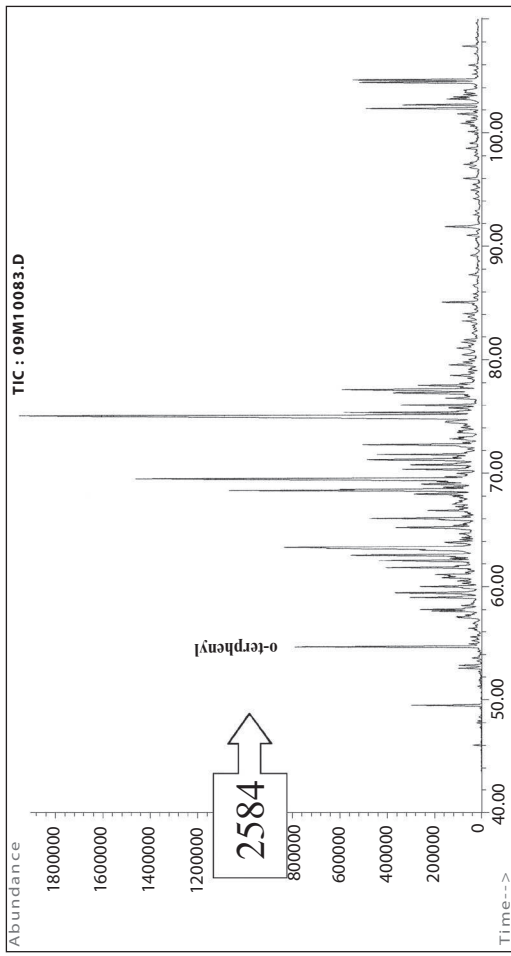


Fig. 14. Distribution des hydrocarbures saturés et des hydrocarbures aromatiques : identification des structures moléculaires (J. Connan).

Hydrocarbures aromatiques



Hydrocarbures « saturés »

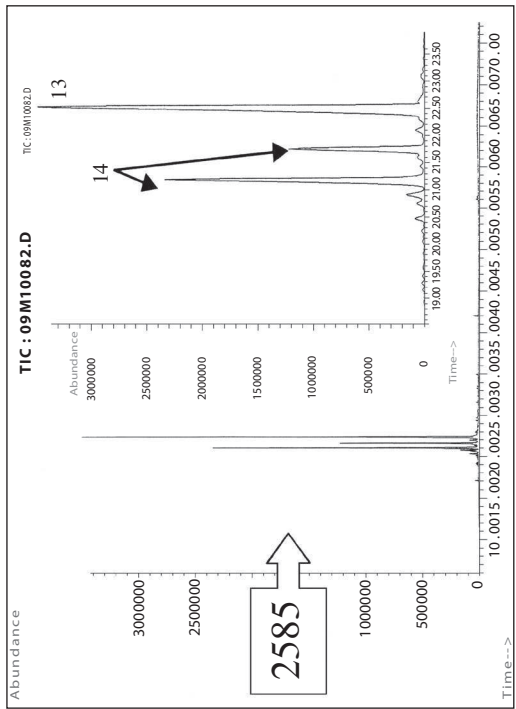
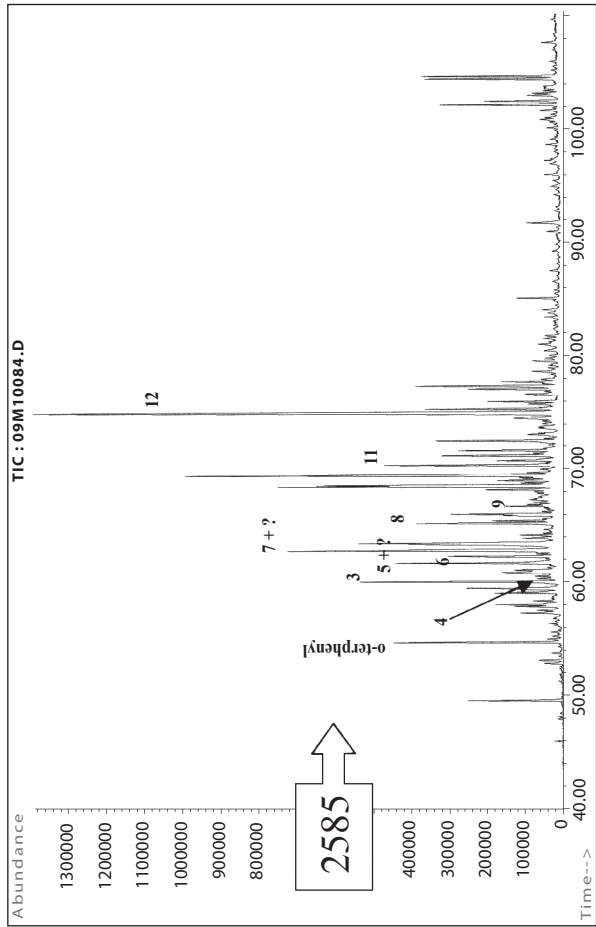
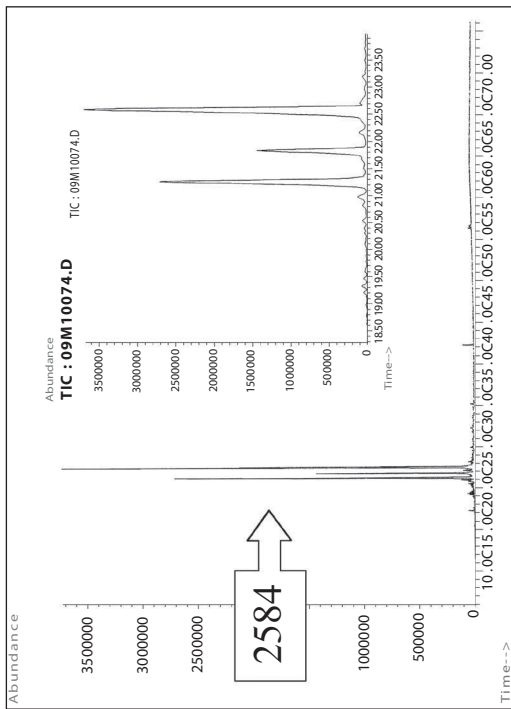


Fig. 15. Structures des diterpénoïdes aromatiques identifiées dans les poix classiques non dégradées (A. Charrié-Duhaut).

Dans le cas de la pirogue de Sassenay, la fraction d'hydrocarbures « saturés » est véritablement une fraction hydrocarbures saturés, car dépourvue d'oléfines. Les hydrocarbures aromatiques affichent une empreinte de poix altérée par biodégradation et oxydation avec pour molécule dominante le 9-méthylrétène **12**. D'autres molécules diagnostics de la poix ont également été identifiées, à savoir le 18-norabiéta-8, 11, 13-triène **3**, le 19-norabiéta-4(18), 8, 11, 13-tétraène **4**, le 19-norabiéta-8, 11, 13-triène **5**, le 1,7-diméthylphénanthrène **6**, la norsimonellite **7**, le tétrahydrorétène **8**, le rétène **11**. Ce type de distribution, baptisé type B dans une étude récente consacrée aux chalands gallo-romains du parc Saint-Georges à Lyon (CONNAN, CHARRIÉ-DUHAUT, 2010, p. 147-172), se trouve également à la même période sur le chaland de Chalon-

sur-Saône 2 (LONCHAMBON *et alii*, 2009, p. 102-108), ainsi que sur les bateaux de Ma'agan en Israël, datés du ^v^e siècle av. J.-C. (CONNAN, NISSENBAUM, 2003, p. 709-719).

Conclusion

Les deux échantillons de lutage de la pirogue monoxyde de Sassenay sont bien constitués de tissus enduits de poix, matériaux couramment utilisés pour étancher les bateaux en Méditerranée romaine. La poix a été altérée par biodégradation et oxydation mais demeure identifiable, en tant que telle. Son état d'altération a déjà été rencontré sur d'autres épaves gallo-romaines, dont celles du pont romain de Chalon-sur-Saône ou celles du parc Saint-Georges, à Lyon.

GLOSSAIRE

Amphidromie: capacité d'un bateau à pouvoir naviguer d'avant en arrière et d'arrière en avant.

Bâbord: côté gauche d'un bateau en regardant la proue depuis l'intérieur.

Banc de nage: élément transversal (généralement une planche ou une poutre) servant d'assise à un rameur.

Bordage: planche.

Bordé: côté ou flanc d'un bateau.

Bouchain: partie comprise entre le fond et les flancs.

Bouge: point de convexité de la section longitudinale.

Brassière: terme médiéval du Rhône; un bras du fleuve, synonyme de lône.

Calfatage: mode d'étanchéité qui consiste à insérer le jointement après l'assemblage des bordages.

Can: tranche d'une planche dans le sens de la longueur; par extension, sommet des flancs d'une pirogue monoxyde.

Chaland: terme de Loire, par extension un grand bateau à fond plat.

Clin: assemblage de planches par recouvrement partiel.

Couple: membrures qui s'élèvent symétriquement sur les flancs.

Courbant: point de convexité du plan.

Courbe: membrure angulaire des flancs.

Coursier: au Moyen Âge, il s'agit d'un navire destiné à explorer le chenal, à trouver les passes, à *préparer* le chemin aux équipes de haleurs.

Défecteur: élément permettant de dévier le courant.

Emplanture: membrure servant de support pour un mât.

Endenter: mode d'assemblage au moyen de dents ou d'entailles.

Estrope: lien en osier, en cuir ou en chanvre, qui, noué autour de la rame, l'arrime à la coque.

Fargue: bordage de surélévation des flancs.

Franc-bord: enfoncement d'un bateau.

Lège: sans chargement.

Levée: relèvement des extrémités en partie inférieure.

Lutage: mode d'étanchéité qui consiste à rapporter le jointement au cours de l'assemblage des bordages.

Membrure: renfort interne permettant d'assujettir entre eux les éléments constitutifs de la coque.

Mi-bois: assemblage formé par un écart entre deux pièces de bois qui s'emboîtent après enlèvement de la moitié de leur épaisseur.

Mouille: fosse calme, propice au mouillage.

Pirogue monoxyde: embarcation longue et étroite, taillée dans un seul tronc.

Poupe: l'arrière d'une embarcation.

Proue: l'avant d'une embarcation.

Romaillet: morceau de bois ajusté dans un bordage ou dans toute autre pièce de bois, pour y combler le vide d'un nœud ou d'un défaut.

Souche: poutre ou planche transversale, fermant l'extrémité relevée d'un bateau.

Toletière: élément, souvent en bois, fixé sur ou contre le sommet d'un flanc, permettant de manœuvrer un aviron.

Tonture: relèvement des extrémités en partie supérieure.

Tribord: côté droit d'un bateau en regardant la proue depuis l'intérieur.

Virure: alignement longitudinal de bordages.

Bibliographie

- ARNOLD B., 1980, «Bevaix NE 1917: un monoxyle celte et ses courbes hydrostatiques», *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 63, p. 185-197.
- ARNOLD B., 1992a, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, Sainte-Blaise, éd. du Ruau, 99 p. (*Archéologie Neuchâteloise*, 12/1).
- ARNOLD B., 1992b, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, Sainte-Blaise, éd. du Ruau, 126 p. (*Archéologie Neuchâteloise*, 13/2).
- ARNOLD B., 1995, *Pirogues monoxyles d'Europe centrale: construction, typologie, évolution*, Neuchâtel, Musée cantonal d'Archéologie, 181 p. (*Archéologie Neuchâteloise*, 20/1).
- AYALA G., 2007, «Lyon. Évolution d'un bord de Saône de l'Antiquité à nos jours: la fouille du parc Saint-Georges, bilan préliminaire», *R.A.E.*, t. 56-2007, p. 153-185.
- AYALA G., 2010, «Historique de la recherche», in: RIETH É. dir., *Les épaves de Saint-Georges, Lyon, I^{er}-XVIII^e siècles: analyse architecturale et études complémentaires*, Paris, CNRS éd., p. 15-23 (*Archeonautica*, 16).
- BECKER C., RIETH É., 1995, «L'épave gallo-romaine de la place Tolozan à Lyon: un chaland à coque monoxyle-assemblée», in: BÉAL J.-Cl. dir., *L'arbre et la forêt, le bois dans l'Antiquité*, Paris, de Boccard éd., p. 77-91 (*Publ. de la bibliothèque Salomon Reinach*, VII).
- BOCKIUS R., 2002, «Die Schiffe von Zwammerdam», in: MEES A., PFERDEHIRT B. dir., *Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer*, Mainz, Ph. von Zabern, p. 49-59.
- BRAVARD J.-P., 1997, «Géoarchéologie des vallées alluviales de Rhône-Alpes depuis le tardiglaciaire», in: BRAVARD J.-P., PRESTEAU M. dir., *Dynamique du paysage: entretiens de géoarchéologie, Actes de la table ronde tenue à Lyon les 17-18 nov. 1995*, Lyon, ALPARA, p. 129-149 (*Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes*, 15).
- BRAVARD J.-P., VÉROT-BOURRELY A., FRANC O., 1997, «Paléodynamique du site fluvial de Lyon depuis le tardiglaciaire», in: BRAVARD J.-P., PRESTEAU M. dir., *Dynamique du paysage: entretiens de géoarchéologie, Actes de la table ronde tenue à Lyon les 17-18 novembre 1995*, Lyon, S.R.A. Rhône-Alpes, p. 177-201 (*Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes*, 15).
- CONNAN 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, Ass. pour l'Étude de l'Environnement géologique de la Préhistoire, p. 1045-1066.
- CONNAN J., CHARRIÉ-DUHOUT A., 2010, «Étude géochimique d'enduits de surface, de tissus de calfatages, de blocs de poix et de bitume des épaves gallo-romaines du parc Saint-Georges de Lyon», in: RIETH É. dir., *Les épaves du Parc Saint-Georges, Lyon, I^{er}-XVIII^e siècles: analyse architecturale et études complémentaires*, Paris, CNRS éd., p. 147-172 (*Archeonautica*, 16).
- CONNAN J., NISSENBAUM A., 2003, «Conifer tar on the keel and the hull planking of the Ma'agan Mikhael ship (Israel, 5th century BC): identification and comparison with natural products and artefacts employed in boat construction», *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 709-719.
- CONNAN J., ADAM P., DESSERT D., ALBRECHT P., 2000, «Apport de la chimie moléculaire à la connaissance des enduits utilisés pour le traitement des bois et le calfatage des bateaux romains de la Saône», in: BONNAMOUR L. dir., *Archéologie de la Saône: 150 ans de recherches (le fleuve gardien de la mémoire)*, Paris, éd. Errance, p. 40-47.
- DUMONT A., TREFFORT J.-M., 1994, «Fouille d'une pirogue monoxyle protohistorique à Saint-Germain-du-Plain (Saône-et-Loire)», *R.A.E.*, t. 45, fasc. 2, p. 305-319.
- IZARRA Fr. de, 1993, *Hommes et fleuves en Gaule romaine*, Paris, éd. Errance, 240 p.
- LAURENT F., en cours, *Batelleries du Rhône et de la Saône, V^e-XVIII^e siècle*, Thèse de doctorat, Université Louis Lumière-Lyon 2.
- LONGCHAMON C., 2000, «Un bateau monoxyle-assemblé à Chalon-sur-Saône (I^{er} siècle ap. J.-C.)», in: BONNAMOUR L. dir., *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, éd. Errance, p. 174-178.
- LONGCHAMON C., BONNAMOUR L., CONNAN J., THÔME P., MICHEL C., 2009, «Les bateaux du pont romain de Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire): des témoins de l'évolution des techniques de construction navale au I^{er} s. ap. J.-C.», *Gallia*, t. 66, fasc. 2, Paris, CNRS éd., p. 59-112.
- LONG L., 2010, «Commerce maritime et fluvial à Arles dans l'Antiquité», *Archéo-Théma*, Langres, Archéodunum SAS éd., 6, janvier-février, p. 13-18.
- RIETH É., 2006, *Archéologie de la batellerie et architecture navale fluviale*, Conflans-Sainte-Honorine, Éd. de l'Ass. des Amis du Musée de la Batellerie, 88 p. (*Les Cahiers du Musée de la Batellerie*, 56).
- RIETH É., GUYON M., 2010, «Les épaves gallo-romaines», in: RIETH É. dir., *Les épaves du Parc Saint-Georges, Lyon, I^{er}-XVIII^e siècles: analyse architecturale et études complémentaires*, Paris, CNRS éd., p. 35-100 (*Archeonautica*, 16).

Traductions des sources littéraires anciennes:

- NISARD M. dir., 1865, *Salluste, Jules César, C. Velleius Paternulus et A. Florus*, Paris, Didot (Collection des Auteurs latins).
- PESSONEAUX M.-E., 1909, *Œuvres complètes de Tite-Live, avec la traduction française de la Collection Panckoucke*, t. III, Paris, Garnier.