



HAL
open science

Tentative de reconstitution de la chaîne opératoire de la réparation navale du VIIe siècle av. J.-C. au VIIe siècle apr. J.-C.

Hélène Chaussade

► To cite this version:

Hélène Chaussade. Tentative de reconstitution de la chaîne opératoire de la réparation navale du VIIe siècle av. J.-C. au VIIe siècle apr. J.-C.. *Revue d'histoire maritime*, 2019, 25, pp.143-157. 10.70551/DRXE9834 . hal-04926296

HAL Id: hal-04926296

<https://hal.science/hal-04926296v1>

Submitted on 3 Feb 2025

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 4.0 International License

Revue d'histoire maritime

25

Chaussade – 979-10-231-1921-3

Le navire à la mer

Revue d'histoire maritime

25

Le navire à la mer

Les SUP sont un service général de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.

© Sorbonne Université Presses, 2018

© Sorbonne Université Presses, 2021

ISBN : 979-10-231-0609-1

PDF complet – 979-10-231-1910-7

TIRÉS À PART EN PDF :

Éditorial – 979-10-231-1911-4

Chaline, Knab-Delumeau & Kowalski – 979-10-231-1912-1

Rahn Phillips – 979-10-231-1913-8

Harrold – 979-10-231-1914-5

Nuttall – 979-10-231-1915-2

Tempère – 979-10-231-1916-9

Stanton – 979-10-231-1917-6

Borde – 979-10-231-1918-3

Villiers – 979-10-231-1919-0

Knab-Delumeau – 979-10-231-1920-6

Chaussade – 979-10-231-1921-3

Jubelin – 979-10-231-1922-0

Chaline – 979-10-231-1923-7

Schaub – 979-10-231-1924-4

Varia. Le Bouédec – 979-10-231-1925-1

Varia. Olivier-Jégat – 979-10-231-1926-8

Varia Barey – 979-10-231-1927-5

Hommage à Huetz de Lempis – 979-10-231-1928-2

Chronique Le Mao – 979-10-231-1929-9

Chronique Knab-Delumeau – 979-10-231-1930-5

Chronique Galano – 979-10-231-1931-2

Comptes rendus – 979-10-231-1932-9

Mise en page d'Emmanuel Marc Dubois/3d2s (Issigeac/Paris),
d'après le graphisme de Patrick Van Dieren

SUP

Maison de la Recherche

Sorbonne Université

28, rue Serpente

75006 Paris

tél. : (33)(0)1 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

sup.sorbonne-universite.fr

Revue dirigée par Olivier Chaline & Sylviane Llinares

Depuis le début de 2006, la *Revue d'histoire maritime* paraît deux fois l'an, au printemps et à l'automne. Les numéros comportent un dossier thématique.

Le précédent numéro (24) était consacré à la « gestion et exploitation des ressources marines de l'époque moderne à nos jours ».

Le prochain numéro (26) aura pour thème « Financer l'entreprise maritime ».

Comité scientifique

Pascal Arnaud, Patrick Boureille, Manuel Bustos Rodriguez, commissaire général Vincent Campredon, Olivier Forcade, Jean-Marie Kowalski, Magali Lachèvre, Caroline Le Mao, Michael Limberger, Sylviane Llinares, Tristan Lecoq, Mathias Tranchant, Jacques Paviot, David Plouviez, Amelia Polonia, Louis Sicking.

Secrétariat de rédaction

Xavier Labat Saint Vincent, Claire Laux, Caroline Le Mao (comptes rendus)

Le courrier est à adresser à
Olivier Chaline
Sorbonne université
1 rue Victor Cousin
75230 Paris cedex 05

Les ouvrages à recenser sont à adresser à
Caroline Le Mao
université Bordeaux-Montaigne
UFR d'Histoire
33607 PESSAC cedex

Sommaire

Éditorial	
Olivier Chaline.....	8

DOSSIER LE NAVIRE À LA MER

Le navire à la mer, un défi pour l'historien	
Olivier Chaline, Isabelle Knab-Delumeau & Jean-Marie Kowalski.....	13
Navires à la mer: sources espagnoles et portugaises de l'époque moderne	
Carla Rahn Phillips.....	19
« Britannia's voices »: une histoire orale de la formation des officiers au Britannia Royal naval college	
Jane Harrold	33
La pirogue, retour vers le futur. Histoire et revitalisation du patrimoine maritime du pacifique	
Peter Nuttall.....	49
Quand la violence éclate, quand la joie retentit. Insultes, rixes, assassinats et festivités religieuses en mer... Violence et réjouissances à bord des galions espagnols du XVII ^e siècle	
Delphine Tempère.....	69
Les galères, la guerre navale et le problème de l'eau potable en Méditerranée au Moyen Âge	
Charles D. Stanton.....	89
Pratiques et comportements des pêcheurs boulonnais d'après les rapports de mer (vers 1850-1950)	
Christian Borde.....	101
Les qualités nautiques des frégates françaises de la guerre de Sept ans à la guerre d'indépendance	
Patrick Villiers	117

La transformation des méthodes de navigation et le rôle de l'hydrographie moderne (1820-1880) Isabelle Knab-Delumeau	127
Tentative de reconstitution de la chaîne opératoire de la réparation navale du VII ^e siècle av. J.-C. au VII ^e siècle apr. J.-C. Hélène Chaussade.....	143
Le feu et l'eau : peur et obsession de l'incendie en mer dans l'atlantique du début de l'époque moderne Alexandre Jubelin.....	159
Les moyens du bord. Réparer le navire à la mer au XVIII ^e siècle Olivier Chaline.....	171
Le problème de la lutte contre les avaries dans la marine de guerre des États-Unis : les innovations et leur mise en œuvre pendant la période de l'entre-deux-guerres Jeremy P. Schaub	187

VARIA

Le port en situation coloniale et le statut du territoire ultra-marin d'implantation aux XVII ^e -XVIII ^e siècles Gérard Le Bouëdec	211
Frégates et chaloupes aux Antilles, la Marine royale à l'épreuve de la contrebande maritime(XVIII ^e siècle) Edern Olivier-Jégat.....	239
L'école navale des forces navales françaises libres, innover en temps de guerre? Lieutenant Morgane Barey	255

HOMMAGE

Nécrologie Christian Huetz de Lempis (1938-2017)	275
--	-----

CHRONIQUES

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES. Les fournisseurs de la marine de Louis XIV au temps de la guerre de la ligue d'Augsbourg(1688-1697) Caroline Le Mao	283
POSITIONS DE THÈSE. La carte nautique et ses usages (vers 1830 – vers 1880) Isabelle Knab-Delumeau	287
COMPTE RENDU DE SOUTENANCE DE THÈSE. Montpellier et sa lagune. Histoire sociale et culturelle d'un milieu naturel (XI ^e -XV ^e siècle) Lucie Galano.....	293
Comptes rendus.....	305

Le navire à la mer

TENTATIVE DE RECONSTITUTION DE LA CHAÎNE
OPÉRATOIRE DE LA RÉPARATION NAVALE
DU VII^e SIÈCLE AV. J.-C. AU VII^e SIÈCLE APR. J.-C.¹

Hélène Chaussade
Archéologue plongeuse
Diplômée d'un master histoire à l'université du Maine
CReAAH, UMR CNRS 6566

« Pas de bête comme la mer pour dépecer une proie. L'eau est pleine de griffes. Le vent mord, le fleuve dévore; la vague est une mâchoire. C'est à la fois de l'arrachement et de l'écrasement. L'océan a le même coup de patte que le lion. »

Victor Hugo, *Les Travailleurs de la mer*, 1866

Tous les navires, quelle que soit l'époque, ont été confrontés aux tempêtes et aux collisions, se sont échoués ou tout simplement ont subi les ravages du temps. Les coques en bois, en proie à la pourriture et aux tarets, devaient donc être régulièrement réparées². La question de la réparation des navires antiques a déjà été abordée ponctuellement, lors de la publication d'une coque qui signale des réfections. Hormis un article de John R. Steffy en 1999³, le sujet n'a jamais été évoqué en tant que tel.

Or, la question est essentielle. En effet, elle découle directement d'un premier problème, qui revêt un enjeu économique – celui de la longévité des coques. Combien de temps un navire restait-il en usage? Lorsqu'un navire vieillissait, était-il préférable d'en construire un nouveau ou de le réparer? Surtout, l'observation attentive des coques permet de déterminer les endroits à la fois les

- 1 Le présent article est fondé sur un mémoire de master consacré aux réparations navales, soutenu en septembre 2015 à l'université du Maine, sous la direction d'Emmanuel Nantet. Nous remercions ce dernier d'avoir dirigé notre recherche et prodigué ses nombreux encouragements. L'article a également bénéficié de la relecture de Marie-Pierre Jézégou et Barbara Delacroix. Que toutes les personnes citées reçoivent ici l'expression de notre gratitude. Les erreurs qui subsisteraient relèvent bien sûr de notre responsabilité.
- 2 John Richard Steffy, « Ancient Ship Repairs », v^e Colloque international sur la construction navale dans l'Antiquité, *Tropis*, n^o 5, 1999, p. 395.
- 3 *Ibid.*, p. 395-408.

plus sollicités et les plus fragiles. Quoique les navires antiques aient témoigné de remarquables qualités architecturales, ils présentaient également des faiblesses. C'est d'ailleurs en s'efforçant de remédier à ces dernières que les Anciens modifièrent leurs techniques de construction.

Ainsi, l'étude des procédés de réparation navale s'inscrit d'emblée dans une réflexion générale sur l'évolution des techniques de construction navale.

Entre le VIII^e siècle av. J.-C. et le VII^e siècle, ces dernières connurent des modifications importantes. Durant l'époque archaïque, les navires grecs étaient bien souvent assemblés au moyen de ligatures⁴. Mais dès la fin du VI^e siècle, cette technique fut progressivement remplacée par un assemblage par tenons et mortaises⁵. La méthode de construction des navires connut également une évolution notable. D'abord construits sur bordé⁶, les navires furent bâtis, à partir du haut Moyen Âge, sur couples⁷.

144

Quel matériel les Anciens utilisaient-ils pour réparer leurs navires ?

Les fouilles d'épaves ont révélé de nombreux outils de charpentier, de feuilles de plomb, de la poix ou bien encore des bois de rechange. L'inventaire du matériel de réparation permet donc de déterminer plus précisément sa composition et sa potentielle évolution au fil du temps.

Le matériel retrouvé à bord soulève une autre question : celle des réparations en mer et du personnel dédié à ces réparations. Procédait-on à des réparations au cours du voyage ? Si tel était le cas, pouvaient-elles être effectuées en mer ? Les ports étaient-ils pourvus des infrastructures nécessaires pour procéder à ces réparations ?

Nous n'apporterons pas des réponses exhaustives à toutes ces questions, mais nous nous efforcerons de donner quelques pistes de réflexion. Nous aborderons essentiellement les matériaux de réparation, les outils utilisés et les réparations de charpentes dans leur contexte.

4 Patrice Pomey & Yaacov Kahanov, « The Greek Sewn Shipbuilding Tradition and the *Ma'agan Mikhael* Ship: A Comparison with Mediterranean Parallels from the Sixth to the Fourth Centuries BC », *The Mariner's Mirror*, vol. 90, n° 1, 2004, p. 6-28. Assemblage par ligatures : les éléments de la coque sont assemblés au moyen de cordes comme s'ils étaient cousus.

5 Assemblage par tenons et mortaises : les éléments de la coque sont assemblés entre eux au moyen de languettes en bois insérées dans des ouvertures préétablies et sont ensuite chevillés.

6 Construction sur bordé : la forme de la carène est déterminée au fur et à mesure par les virures du bordé. Le bordé est l'ensemble des planches qui revêtent les membrures et forment l'enveloppe extérieure des navires. Patrice Pomey, « Principes et méthodes de construction en architecture navale antique », *Cahiers d'Histoire*, vol. 33, n° 3-4, « Navires et commerce de la Méditerranée antique. Hommage à Jean Rougé », 1988, p. 397-412.

7 Construction sur couples : la forme de la carène est déterminée par le squelette préalablement établi avant d'être revêtu des planches de bordé. Les couples sont des pièces transversales du navire. Patrice Pomey, Yaacov Kahanov & Eric Rieth, « Transition from Shell to Skeleton in Ancient Mediterranean Ship-Construction: Analysis, Problems, and Future Research », *International Journal of Nautical Archaeology*, vol. 41, n° 2, 2012, p. 235-314.

LES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX DE RÉPARATION : LE BOIS, LE PLOMB ET LES MATÉRIAUX D'ÉTANCHÉITÉ

Les épaves observées montrent que le bois employé pour la réparation est parfois différent de celui utilisé lors de la construction⁸. Ces bois proviennent soit d'une essence couramment employée pour la construction navale dans la région, soit d'une tout autre région. Dans le premier cas, les essences sont géographiquement proches de la provenance du navire. En effet, beaucoup d'essences sont méditerranéennes, voire européennes. Pour ces réparations, il est difficile de dire si elles eurent lieu à proximité du chantier de construction ou bien si elles furent effectuées au cours d'un trajet en Méditerranée. En revanche, lorsque les réparations sont assurées au moyen d'essences provenant d'une région spécifique, qui se distinguent nettement de celles qui furent utilisées sur le lieu de la construction, elles révèlent probablement que le navire a été réparé au cours d'un voyage. C'est le cas d'une seule épave, celle d'*Anthirrhodos Island*⁹, dont la coque, datée du I^{er} siècle, gît dans le port d'Alexandrie, en Égypte. La réparation concerne une varangue située à l'arrière du navire¹⁰. Contrairement aux autres varangues qui sont faites d'essences attestées en Méditerranée septentrionale, celle-là est débitée dans du figuier sycomore, une essence égyptienne. Les fouilleurs en ont déduit que le bateau aurait été construit en Méditerranée septentrionale, mais qu'il aurait été réparé en Égypte. Cependant, la prudence s'impose. Le figuier sycomore a parfois été utilisé dans la construction en Méditerranée septentrionale. Mais le fait que ce navire ait sombré en Égypte semble plutôt montrer qu'il avait pour habitude de naviguer dans ces eaux, ce qui l'aurait amené à y être réparé.

Le référencement des origines des essences employées pour les réparations navales semble indiquer que le choix de l'essence découle surtout de sa disponibilité plutôt que de ses qualités. Évidemment, certaines réparations sont faites avec du bois couramment utilisé en charpenterie navale, comme c'est le cas des réparations en chêne sur *La Madrague de Giens*¹¹ (-75 et -60 av. J.-C.), ou en pin d'Alep sur l'épave *Pakoštane*¹² (début du V^e siècle). Le

8 Michel Rival, *La Charpenterie navale romaine. Matériaux, méthodes et moyens*, Paris, CNRS éditions, 1991; Jean-Marie Ballu, *Bois de marine. Les bateaux naissent en forêt*, Paris, Éditions du Gerfaut, 2008.

9 Emmanuel Nantet, *Phortia. Le Tonnage des navires de commerce en Méditerranée du VIII^e siècle av. l'è. chr. au VII^e siècle de l'è. chr.*, thèse de doctorat, sous la dir. de Roland Étienne & Patrice Pomey, université Paris I, 2010, t. II, épave n° 47, p. 246-250.

10 Varangue : poutre qui s'appuie sur la quille et dont les bras latéraux supportent les allonges de la membrure.

11 André Tchernia, Patrice Pomey & Antoinette Hesnard, « L'épave romaine de la madrague de Giens (Var) », *Gallia*, supplément au n° 34, 1978.

12 Giulia Boetto, Stéphanie Marlier, Irena Rossi Radic & Sdenko Brusic, « L'épave de Pakoštane, Croatie (fin IV^e - début V^e siècle apr. J.-C.). Résultats d'un projet de recherche franco-croate », *Archaeonautica*, n° 17, p. 105-151.

pin d'Alep est souvent utilisé parce qu'il pousse près des littoraux et alimente donc facilement les chantiers navals. Ce bois est souvent utilisé pour débiter le bordé des petits navires, mais ici il est employé en tant que membrure¹³. *Pakoštane* est par conséquent un très bon exemple de l'utilisation d'un bois plutôt disponible que de qualité. En outre, les autres bois utilisés – frêne, pin brutia – pour débiter des membrures de remplacement sur ce navire ne sont pas non plus des essences de qualité et ne sont pas courants en charpenterie navale. Le frêne est un bois généralement écarté des chantiers navals du fait de sa très mauvaise résistance, le figuier est un bois léger et cassant, enfin, le pin brutia est loin d'être de très bonne qualité. *Pakoštane* présente la particularité d'avoir été taillée dans une multitude de bois différents, mais ils sont tous présents en Croatie, le lieu de provenance du navire. Sur *La Madrague de Giens*, l'utilisation du pin noir pour tailler une virure de remplacement est étonnante¹⁴. C'est en effet un bois très résineux difficile à tailler et qui ne présente pas les qualités requises. C'est encore plus flagrant sur *Port-Vendres I*¹⁵ (1-20 apr. J.-C.). L'olivier est morphologiquement impropre au débitage de virures. Pourtant les charpentiers ont taillé une virure de remplacement à partir de cette essence. Même si l'olivier est très solide, le choix d'un bois difficile à travailler pour une virure de remplacement est surprenant. Dans le cas de *Pabuç Burnu*¹⁶ (VI^e siècle av. J.C.), c'est le bois d'oléandre qui a été utilisé pour des chevilles de réparation. Toutefois, ce bois provient d'un arbuste et n'est donc pas habituellement employé en charpenterie navale. Il semble avoir été utilisé par défaut et parce qu'il ne concernait que de petites pièces. Parfois, sûrement dans un souci d'économie, les charpentiers ont choisi de réemployer un bois déjà utilisé et usé plutôt qu'un bois solide et en parfaite santé, comme l'atteste l'épave *Kyrenia*¹⁷ (-295 et -285). Bien évidemment, certains navires ont été réparés avec des bois de qualité. L'épave *Barthélémy B*¹⁸ (début du I^{er} siècle) dispose d'un galbord¹⁹ dont une section a été réparée avec de l'orme. Ce dernier est une essence de très bonne qualité, employée principalement pour les pièces maîtresses longitudinales

13 Membrure : assemblage de diverses pièces de bois qui forment la structure transversale du navire.

14 Virure : suite de bordages qui constitue le bordé.

15 Bernard Liou, « L'épave romaine de l'anse Gerbal à Port-Vendres », *Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres* (désormais CRAI), vol. 118, n° 3, 1974, p. 414-433.

16 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 6, p. 35-40.

17 John Richard Steffy, *Wooden Ship Building and the Interpretation of Shipwrecks*, College Station, Texas A & M University Press, 1994, p. 42-59.

18 Anne Lopez & Jean-Pierre Joncheray, « L'épave *Barthélémy B*, à Saint-Raphaël (Var, France) », *Cahiers d'archéologie subaquatique*, n° 15, 2004, p. 7-72.

19 Galbord : partie du bordé la plus voisine de la quille.

comme la quille²⁰, mais demeure néanmoins très difficile à tailler en virures. Il est possible que l'orme ait servi sur une construction précédant la réparation et que seuls les restes aient été utilisés. Le choix des bois pour réparer relève plus de la géographie et de la disponibilité des essences, que d'une volonté de réparer qualitativement.

Les charpentiers embarquaient quelquefois avec eux du bois ou des pièces de rechange afin de parer aux réparations éventuelles. C'est en tous cas ce que semble indiquer la réserve de bois trouvée sur l'épave *Kyrenia*. Des pièces de rechange ont été découvertes sur les épaves *Laurons II*²¹ (milieu du III^e siècle – début du IV^e siècle) et *Port-Vendres V*²² (1-20 apr. J.-C.). Il s'agit de barres de gouvernail neuves. Sur l'épave *Barthélémy B*, la fouille a livré des brindilles de bois, des chevilles et un tenon. Des anneaux toriques de rechange ont été découverts sur l'épave *Dramont D*²³ (v. 50 apr. J.-C.). Mais le bois n'était pas le seul matériel que les charpentiers utilisaient pour réparer. Ils se servaient également de plomb.

Le plomb est une matière très utilisée pour les réparations navales. On l'utilisait pour obstruer des entrées d'eau ou pour renforcer des parties fragiles ou altérées. Il faisait partie du matériel de réparation couramment chargé à bord du navire. L'épave *Lerici*²⁴ (entre -100 et -80) livra un lingot de plomb qui coïncide avec la présence de feuilles de plomb sur la coque. Sur l'épave *Porto Nuovo*²⁵ (en l'an 30), on peut établir la même corrélation entre le rouleau de plomb retrouvé en son bord et le plomb présent sur la coque. Elle a également livré une plaque quadrangulaire ayant conservé l'empreinte de clous spéciaux prévus pour la fixation des doublages en plomb, ce qui indiquerait que le plomb était utilisé à des fins réparatrices. Pour les épaves *Chrétienne H*²⁶ (entre 15 et 25 apr. J.-C.) et *Tre Senghe A*²⁷ (entre -30 et -20), le plomb, a été retrouvé à côté des outils appartenant au charpentier. Ils devaient donc également servir à réparer. Leur

20 Quille : pièce axiale de la partie inférieure de la coque allant de la proue à la poupe.

21 Serge Ximénès & Martine Moerman, « Le matériel archéologique de l'épave *Laurons II* (Martigues, Bouches-du-Rhône) », *Cahiers d'archéologie subaquatique*, n° 10, 1991, p. 209-222.

22 Marie-Pierre Jézégou & Cyr Descamps, « Les vestiges du système de gouvernail découverts sur l'épave de la *Mirande* », dans Éric Rieth (dir.), *Méditerranée antique. Pêche, navigation, commerce*, Paris, Éditions du CTHS, 1998, p. 189-196.

23 Jean-Pierre Joncheray, « Étude de l'épave *Dramont D* : IV, les objets métalliques », *Cahiers d'archéologie subaquatique*, n° 4, 1975, p. 5-18.

24 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 47, p. 254-256.

25 Hélène Bernard, Jean-Claude Bessac, Paul Mardikian & Michel Feugère, « L'épave romaine en marbre de *Porto Novo* », *Journal of Roman Archaeology*, n° 11, 1998, p. 53-81.

26 Claude Santamaria, « L'épave "H" de la Chrétienne à Saint-Raphaël (Var) », *Archaeonautica*, n° 4, 1984, p. 9-52.

27 Alice Freschi, « Il relitto "A" delle Tre Senghe (Isole Tremiti). Campagna di 1981 relazione preliminare », *Archeologia Subacquea, Bolletino d'Arte*, supplément n° 4, 1982, p. 89-100.

forme, un rouleau pour l'une et une feuille pour l'autre, prête à l'emploi, prouve aussi leur fonction. L'épave *Port-Vendres V* a aussi livré un rouleau ainsi qu'un fragment de feuille à rapprocher de la découverte d'une plaquette de plomb portant une trace de trou, et prouvant son utilisation sur la coque. Sur l'épave *Pakoštane*, la découverte d'une plaquette dépourvue de traces de clous pourrait indiquer qu'elle était gardée en réserve pour une réparation éventuelle. En effet, l'épave présente de multiples réparations faites de plaquettes et de plaques de plomb. Dans l'épave *La Madrague de Giens*, les lingots de plomb sont trop légers pour avoir servi de lest et devaient être réservés aux réparations. D'ailleurs, ils étaient faciles d'accès, se logeant sur le pont et non pas à fond de cale. De plus, deux fragments de lingot, l'un recoupé et l'autre refondu, ont été retrouvés, démontrant leur utilisation. Sur l'épave *Madhia*²⁸ (entre -100 et -80), la fouille a livré douze lingots sûrement destinés à être fondus pour protéger le bordé, bien trop légers pour servir de lest et venant d'Ibérie et non d'Orient comme le navire. La dernière épave concernée par des restes de plomb est *Yassi Ada I*²⁹ (v. 625 apr. J.-C.) qui possédait à son bord une tôle de plomb, ainsi que des restes du moule ayant servi à la fabriquer. Ces deux découvertes permettent d'affirmer que l'on pouvait concevoir certains éléments en plomb à bord selon les nécessités.

Lorsque les bateaux étaient réparés, les charpentiers se devaient parfois de refaire l'étanchéité du navire. Deux épaves, *Héliopolis I* (IV^e siècle), et *Saint-Gervais 2* (VII^e siècle), transportaient de la poix dans des amphores et des tonneaux³⁰. La poix est une substance végétale tirée de la distillation d'arbres résineux. Dans la construction sur bordé, il n'y pas de calfatage, la construction même le rendant impossible³¹. En effet, calfater apparaît difficile si l'on ne veut pas déchausser les tenons qui servent à assembler des virures, déjà très serrées. Cependant, on assure tout de même l'étanchéité avec de la poix. De même, il pouvait y avoir du brai à bord. Issu de la distillation d'arbres feuillus, le brai avait la même vocation que la poix. Le brai, coulé à chaud sur le bordé, colmate les interstices, permet à la fois l'étanchéité et le collage des pièces. La présence de brai se vérifie sur l'épave *Pointe de la Luque B*³² (début du IV^e siècle) : l'une des feuilles de plomb est enduite de brai à l'extérieur, et à l'intérieur d'un produit

28 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 25, p. 134-142.

29 George Fletcher Bass & Frederick H. Van Doorninck, *Yassi Ada: A Seventh-Century Byzantine Shipwreck*, College Station, Texas A & M University, 1982, t. I.

30 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 73, p. 358-362 et épave n° 90, p. 439-443.

31 Piero Alfred Gianfrotta & Patrice Pomey, *L'Archéologie sous la mer. Histoire, techniques, découvertes et épaves*, Paris, Nathan, 1981, p. 262-263.

32 Jean-Pierre Clerc & Jean-Claude Negrel, « Premiers résultats de la campagne de fouilles 1971 sur l'épave B de la pointe de la Luque », *Cahiers d'archéologie subaquatique*, n° 2, 1973, p. 61-71.

ayant l'aspect de ciment. Nous pouvons faire le même constat sur l'épave *Pakoštane* où les plaquettes de plomb pour réparer sont associées à un mastic de couleur brun jaune. Sur l'épave *Kyrenia*, les clous utilisés sur le bordé réparé sont recouverts d'un mélange de feuilles d'agave et de poix résineuse recouvert de feuilles de plomb.

Sur *Port-Vendres I*, on observe l'usage, étonnant, pour un navire à construction sur bordé, d'une étoupe de calfatage sur certains cans de bordé³³. Elle doit être associée à la réparation faite avec du bois d'olivier. Ce bois, associé au cyprès et au pin d'Alep, qui sont les bois de construction, crée inévitablement des interstices. Ce sont des bois morphologiquement différents et qui travaillent différemment. Par conséquent, les virures ne peuvent pas se joindre correctement. L'étoupe est un sous-produit non tissé du chanvre et du lin. Si les navires à construction sur bordé, excepté *Port-Vendres I*, n'utilisent pas de calfatage, il est courant qu'ils utilisent la méthode du lutage. Cette méthode consiste à déposer un matériau d'étanchéité entre les joints des bordages au fur et à mesure du montage du bordé pour rendre la coque étanche³⁴. Les fibres végétales découvertes sur le bordé de l'épave *Mandirac*³⁵ (fin du IV^e siècle – début du V^e siècle), notamment sur l'un des cans bordant un morceau de virure réparée, témoignent de ce recours au lutage. Le lutage devait certainement être renouvelé lors des réparations pour assurer une étanchéité optimale.

LES OUTILS DE LA RÉPARATION NAVALE

De nombreuses épaves ont livré des outils servant à travailler ces matériaux et à effectuer les réparations à bord. Sur certaines, c'est même la caisse à outils du charpentier qui a été retrouvée. C'est le cas pour l'épave *Ma'agan Mikhael*³⁶ (400 av. J.-C.), où douze outils contenus dans un panier ont pu être découverts. L'épave *Dramont D* (50 apr. J.-C.) contenait des clous, un manche d'outil, des fragments de plomb et des pièces de rechange dans un petit panier d'osier. L'épave *Yassi Ada I* (v. 625 apr. J.-C.) comprenait douze outils contenus dans un coffre. Lorsqu'aucun contenant n'est retrouvé, les outils sont souvent découverts regroupés, parfois même avec des matériaux de réparation. Sur l'épave *Chrétienne H* (I^{er} siècle), les outils ont été trouvés

33 Can : tranche d'une planche de bordé. Michel Rival, *La Charpenterie navale romaine. Matériaux, méthodes et moyens*, Paris, CNRS Éditions, 1991, p. 267-296.

34 Patrice Pomey et Éric Rieth, *L'Archéologie navale*, Paris, Errance, 2005, p. 212.

35 Marie-Pierre Jézégou, Patrick Andersch Goodfellow, Jonathan Letuppe & Corinne Sanchez, « Underwater Construction and Maintenance – A Wreck from Late Antiquity used to Repair a Breach in the Bank of the Narbonne Harbor Channel », *Skyllis*, vol. 15, n° 1, 2015, p. 33-39.

36 Elisha Linder et Yaacov Kahanov (dir.), *The Ma'agan Mikhael Ship: The Recovery of a 2400-Year-Old Merchantman. Final Report*, Haïfa, Israël Exploration Society, 2004, t. II.

au même endroit que les feuilles de plomb. Sur l'épave *Barthélemy B* (début du I^{er} siècle) les outils ont été localisés ensemble, à la poupe, vers la cuisine. Les outils de l'épave *Dramont G*³⁷ (fin 60 apr. J.-C.) faisaient partie de la même gangue concrétionnaire. Les outils semblaient donc avoir une place réservée sur les navires, en cabine³⁸ ou en cambuse, et ce, quelle que soit l'époque, du moins sur notre période allant du VIII^e siècle av. J. C. au VII^e siècle de notre ère.

150

Ces outils peuvent être classés en plusieurs catégories selon leur utilité. La hache sert à couper, d'autres outils tels l'herminette, le rabot, le ciseau, la gouge, le pic et la lime servent à dégrossir et tailler le bois. On retrouve également des outils servant à frapper avec la présence de marteaux et de maillets. Les forets à archets avec les archets de forage et les mèches, forets et vrilles qui leur sont rattachés ainsi que la tarière sont utilisés pour percer. La dernière catégorie d'outils recensée est celle des outils de mesure avec le poinçon, la règle, l'équerre, le compas et le fil à plomb. Ces outils ont tous une fonction différente, et certains ont des formes variées, permettant d'effectuer des travaux spécifiques. C'est par exemple le cas des ciseaux, il en existe de plusieurs sortes selon le travail que l'on veut effectuer, c'est pourquoi l'épave *Ma'agan Mikhael* en comportait cinq différents : trois ciseaux à douille de taille diverse, et deux ciseaux à soie de longueur différente mais de même diamètre. Les mortaises de tailles variées nécessitaient la présence de ciseaux différents. Les ciseaux à soie de même diamètre suggèrent que l'on embarquait aussi des outils de rechange. Sur l'épave *Camarina A*³⁹ (fin du II^e siècle-début du III^e siècle), deux marteaux semblables ont été retrouvés, l'un était peut-être le substitut de l'autre. À l'inverse, sur l'épave *Chrétienne H* (entre 15 et 25 apr. J.-C.), les deux haches retrouvées ne sont pas semblables et devaient être destinées à des travaux différents. Enfin sur l'épave *Yassi Ada I*, les limes et les mèches fonctionnaient par paire pour plus de sécurité. En règle générale, les navires devaient donc être équipés d'une collection d'outils pour pouvoir parer à toutes les éventualités. Mais il ne faut pas écarter le choix, par manque de place, de n'emporter que certains outils. Cependant, nous devons souligner que toutes les réparations n'étaient pas effectuées à bord. D'ailleurs aucune des traces de réparation que nous avons recensées n'a pu être effectuée en mer.

37 Jean-Pierre Joncheray, « L'Épave *Dramont G* », dans *L'Exploitation de la mer de l'antiquité à nos jours*, t. II, *La Mer, moyen d'échange et de communication*, actes des V^e et VI^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes), Antibes, Actes des Rencontres Internationales d'archéologie et d'histoire et d'Antibes, 1985, p. 217-230.

38 Piero Alfred Gianfrotta & Patrice Pomey, *L'Archéologie sous la mer*, op. cit., p. 294-295.

39 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 63, p. 310-316.

La publication de l'épave *Ma'agan Mikhael*, contient une étude complète sur la tracéologie⁴⁰. Les outils retrouvés sont comparés aux traces présentes sur la coque pour déterminer l'utilité de chacun d'entre eux. Les ciseaux sont utilisés pour couper des mortaises dans les planches du navire, façonner la quille et l'emplanture de mât⁴¹. La différence de taille des mortaises requiert l'utilisation de différents ciseaux que le charpentier devait posséder. Les archets de forage servaient à percer les trous de chevilles. Les maillets ont dû servir à insérer les tenons et chevilles de bois, ainsi qu'à frapper les ciseaux. Cela permet de comprendre la nécessité d'avoir plusieurs types d'un même outil. Les traces d'outil révèlent également les absents de la caisse du charpentier de l'épave *Ma'agan Mikhael* à savoir l'herminette, la scie et le marteau. Or, l'herminette et le marteau sont des outils que l'on recense sur d'autres épaves. Il n'est donc pas impossible qu'ils aient fait partie de la caisse du charpentier de bord. La scie en revanche est la grande absente de nos recherches. Pourtant, comme le montre l'analyse de la tracéologie sur l'épave *Mandirac*, elle a été employée pour les réparations. Ces dernières présentent de très nombreuses traces d'herminettes. Les pièces de réparation se présentent comme des romaillets⁴² venant s'insérer à la place des morceaux altérés et préalablement retirés. Elles doivent être parfaitement ajustées et sont donc taillées et rabotées à l'aide d'herminettes. En comparaison, les virures d'origine comportent beaucoup plus de traces de scie et beaucoup moins de traces d'herminette. Elles n'ont pas eu besoin d'être retaillées autant que les réparations. Cependant, les réparations comportent aussi des traces de scie. Avant d'être parfaitement retouchés, les romaillets devaient être débités d'un morceau de bois. L'absence de scies, dans le matériel emporté, est peut-être due à une moins bonne conservation. Mais elle peut aussi s'expliquer par l'usage même de cet outil. Le matériel de réparation était destiné aux petites réparations qui pouvaient être effectuées au cours du voyage, à l'entretien et quelques fois aux réparations en cale sèche. Or, la scie sert à débiter à partir d'une grume, ainsi qu'au façonnage, mais le travail se finit souvent à la hache et à l'herminette. Les pièces de réparations n'étaient pas débitées à bord, l'absence de la scie dans le matériel de réparation de bord est de fait très logique.

40 Elisha Linder & Yaacov Kahanov (dir.), *The Ma'agan Mikhael Ship*, op. cit.

41 Emplanture : pièce de bois prenant appui sur les varangues ou la carlingue et munie d'un emplacement pour la base du mât.

42 Romaillet : morceau de bois qui sert à remplir un vide.

L'objectif final de cette chaîne opératoire consiste à réparer les charpentes. Ces réparations répondent à des techniques diverses selon les problèmes rencontrés et les constructions utilisées par les charpentiers.

152

Le premier type de réparation consiste à ajouter une pièce de plomb ou de bois. La réparation par l'ajout de plomb vise à obstruer la fente ou renforcer des parties très sollicitées. Ces réparations se trouvent le plus souvent à l'extérieur de la coque car elle est directement exposée aux éléments. D'ailleurs, le doublage en plomb des coques en construction navale est une pratique courante attestée entre le IV^e siècle av. J. C. et le milieu du II^e siècle. Ainsi, les coques étaient protégées contre les tarets, les algues et les coquillages. Ces doublages en plomb devaient être régulièrement changés. C'est certainement pourquoi l'épave *Mahdia* (entre -80 et -70) fut recouverte de plomb et naviguait avec des lingots de plomb à son bord. Ces lingots servaient surtout en cas de besoin pour des réparations là où il n'y avait pas encore de feuilles de plomb. Pour la plupart, les plaquettes de plomb venant obstruer une fissure avaient été posées depuis l'extérieur de la coque. Quelques épaves se distinguent : *Mandirac* présente la trace d'une plaquette de plomb sur l'intérieur du bordé, et *Pakoštane* a montré des plaquettes posées en doublette, l'une posée à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Cette pratique est utilisée lorsqu'une mortaise empiète sur un nœud, ce qui le fragilise ou le fait sauter. Le charpentier applique alors une plaque de plomb de chaque côté, accompagnée d'un mastic pour l'étanchéité. Quant aux ajouts de pièces en bois, ils venaient soit en renfort d'une partie fragile ou d'une réparation, soit en comblement dans une fissure. *Kyrenia* présente les deux cas de figure avec un renfort à la jonction de la quille et de l'étrave⁴³, et une pièce de bois ajoutée dans la fissure de la quille, réparée à plusieurs reprises de différentes manières. Sur l'épave *Mandirac*, les renforts ajoutés sont liés aux autres réparations. Entourant les membrures, ces renforts viennent consolider les virures remplacées. Cette épave comporte également des pinoches⁴⁴ qui pourraient correspondre à des réparations. Malheureusement, nous ne pouvons pas savoir s'ils sont le fait d'une réparation ou s'ils ont été mis en place à la construction.

Le deuxième type de réparation est celui qui consiste à changer totalement ou partiellement une pièce. Ces réparations se remarquent souvent par l'utilisation d'un bois ou d'un assemblage différent. Sur l'épave *Pabuç Burnu*, les virures remplacées sont fixées à l'aide de chevilles taillées dans du bois d'oléandre à la place de l'aulne. On remarque également un espacement irrégulier entre

43 Étrave : pièce de bois qui termine la coque vers l'avant en formant la proue du navire.

44 Pinoche : pièce de bois conique venant boucher un orifice résultant du retrait de nœuds dans le bois.

les chevilles, tout comme leur insertion depuis l'intérieur, qui se distingue du reste de la construction. Le bois utilisé pour les virures de réparation et le sens d'assemblage des chevilles sont également différents sur *La Madrague de Giens*. Sur les épaves *Kyrenia*, *Pakoštane*, *La Conque des Salins*⁴⁵ (entre 15 et 236 apr. J.-C. ?), *Jules-Verne 5* (1^{er} siècle) et *Jules-Verne 1-2* (IV^e siècle)⁴⁶, les virures remplacées sont assemblées au moyen de tenons de réparation. L'épave *Barthélemy B* présente des virures remplacées et les membrures qui leur sont liées présentent quatre gournables au lieu de deux⁴⁷. Les deux premières ont été coupées afin de désolidariser les planches à changer. Les deux autres gournables ont été insérées à proximité des anciennes pour permettre l'assemblage de nouvelles planches de galbord qui sont, par ailleurs, taillées dans un bois différent des autres. Sur *Anthirrhodos Island*, la varangue de réparation débitée dans un bois différent est jointe à la quille, non par des broches comme sur le reste de la charpente, mais par trois petits clous en métal, enfoncés de l'intérieur. L'épave *Pakoštane* a subi des remplacements de membrures, d'où l'observation d'un nombre inhabituel de gournables et une nette diversité des espèces de bois. L'épave *Grado*⁴⁸ (fin du II^e siècle) a fait l'objet de changements de virures marquées chacune sur leur face interne d'un *graffito* en forme de X par les charpentiers. Sur l'épave *Torre Sgarrata*⁴⁹ (entre la fin du II^e et le début III^e siècle) les membrures remplacées sont assemblées au moyen de clous en cuivre à la place des gournables. *Port-Vendres I* présente deux virures de réparation façonnées dans une essence différente de l'originale. Trois épaves présentent la particularité de n'avoir bénéficié du remplacement que d'une partie de la pièce abîmée. Ainsi, sur l'épave *Dramont I*⁵⁰ (1^{er} siècle), la membrure réparée prend la forme d'une portion de bois évidée et très proprement remplacée par une cale. Sur *La Calanque de l'Âne* (fin du 1^{er}-début II^e siècle), on a découpé le bois abîmé d'une vaigre fixe⁵¹ pour ensuite insérer une planchette, fixée par deux clous en fer, entrant chacun dans une des membrures situées en dessous. Enfin, la dernière épave ayant montré des réparations similaires est *Mandirac*. Dans ce dernier cas, les réparations de virures présentes sous la forme de romaillets

45 Marie-Pierre Jézégou, « L'épave de la conque des Salins (Mèze, étang de Thau, département de l'Hérault). Une embarcation lagunaire », dans Giulia Boetto, Patrice Pomey & André Tchernia, *Batellerie gallo-romaine. Pratiques régionales et influences méditerranéennes*, Aix-en-Provence, BiAMA, 2011, p. 165-167.

46 Patrice Pomey, « Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille », *CRAI*, vol. 139, n° 2, p. 459-484.

47 Gournable : grosse cheville de bois.

48 Emmanuel Nantet, *Phortia*, *op.cit.*, t. II, épave n° 57, p. 290-296.

49 *Ibid.*, t. II, épave n° 67, p. 329-332.

50 Jean-Pierre Joncheray, « Dramont I, description et étude de la coque d'une épave de marbres d'Asie Mineure du premier siècle apr. J.-C. », *Cahiers d'archéologie subaquatique*, n° 13, 1997, p. 165-195.

51 Vaigre : planche constituant le bordé intérieur du navire.

avaient été clouées et non pas assemblées par des tenons chevillés dans des mortaises comme cela avait été le cas à la construction.

Le dernier type de réparation est celui qui concerne la rupture d'assemblage. Une seule épave est concernée par cette technique : l'épave *Jules-Verne 7*⁵² (fin du VI^e siècle). Elle répond à un assemblage mixte où les tenons et mortaises prennent la place dominante : une solution se montrant plus solide pour un navire de commerce comme celui-ci. Cependant, les endroits les plus délicats tels que les extrémités et les réparations sont faits au moyen de ligatures. Ces réparations concernent des fentes affectant des bordages qui étaient au préalable assemblés par tenons et mortaises.

Toutes ces réparations concernent des pièces qu'il est impossible de réparer en mer et dont certaines nécessitent l'utilisation de cales sèches. Ovide en faisait d'ailleurs mention dans *Les Métamorphoses* : « [...] le bateau se dressa sur la mer / Tout à fait comme en cale sèche, dans un chantier naval⁵³. »

154

RÉPARATION, TYPE DE CONSTRUCTION ET TYPE D'USAGE

Plusieurs réparations de navire témoignent d'un type de construction et d'usage. Les bateaux de travail, les bateaux fluviaux maritimes et notamment ceux de servitude portuaire, sont particulièrement objets de réparations.

Les bateaux de travail *Jules-Verne 5* (I^{er} siècle) et *Jules-Verne 3* (début du II^e siècle) ont la même particularité : tous deux possèdent un puits central pour draguer. Les réparations les plus importantes se trouvent bien entendu au niveau du puits⁵⁴.

Sur *Fiumicino 1*⁵⁵ (IV^e-V^e siècle), les réparations se trouvent sur la quille et cela est dû à l'utilisation de ce navire qui ne navigue qu'en zone fluviale et parfois en zone maritime de hauts-fonds. La quille talonne donc régulièrement. Mais les réparations viendraient directement du type de construction utilisé pour ce type de navire. Ce navire répond à une construction sur bordage médian premier, affaiblissant transversalement la coque⁵⁶.

L'épave *Mandirac* (fin IV^e-début V^e siècle), quant à elle, a été réparée à plusieurs reprises par un système de rapiécage. Les accostages fréquents aux berges pour

52 Patrice Pomey, « Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille », art. cit., p. 459-484.

53 Ovide, *Les Métamorphoses*, trad. Anne-Marie Boxus & Jacques Poucet, Bruxelles, 2006, 3, 661, <http://bcs.fltr.ucl.ac.be/METAM/MeTo3/Mo3-Plan.html>, consulté le 19 avril 2018.

54 Patrice Pomey, « Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille », art. cit., p. 459-484.

55 Giulia Boetto, « L'épave de l'Antiquité tardive *Fiumicino 1* : analyse de la structure et étude fonctionnelle », *Archaeonautica*, n° 15, 2008, p. 29-62.

56 Emmanuel Nantet, *Phortia*, op. cit., t. II, épave n° 80, p. 389.

les opérations de chargement ou de déchargement ainsi que le halage devaient entraîner des chocs répétés qui fragilisent les zones les plus sensibles, à savoir les extrémités et les bouchains. Pour réparer, les charpentiers choisirent de ne changer que les morceaux de pièces abîmées.

Réparations et évolutions

Datée de la fin du VI^e siècle av. J.-C., l'épave *Jules-Verne 7* correspond à une étape importante dans le processus transitoire qui mène des navires assemblés par ligatures aux navires assemblés par tenons et mortaises. En effet, ce navire répond à un assemblage mixte fait à la fois de tenons et mortaises et de ligatures, et illustre la période de transition entre l'assemblage par ligatures et l'assemblage par tenons et mortaises. Les réparations se situent au niveau des virures où les assemblages par tenons et mortaises ont été remplacés par des ligatures. Si les charpentiers semblent avoir préféré se fier aux ligatures plutôt qu'au système d'assemblage par tenons et mortaises, c'est parce qu'ils maîtrisaient mieux cette technique. L'assemblage par tenons et mortaises était plus sophistiqué, mais ils en maniaient moins bien les subtilités. Les tenons sont plus petits et les mortaises plus espacées en comparaison de ceux utilisés au IV^e siècle, date à laquelle cette évolution est terminée.

L'épave *Kyrenia* (entre -295 et -285) marque l'achèvement du processus d'adoption de la technique d'assemblage par tenons et mortaises. En effet, ce navire possède un bordé entièrement assemblé au moyen de tenons chevillés dans des mortaises. Les virures remplacées sont assemblées au moyen de tenons de réparation qui s'insèrent dans des mortaises ouvertes. Ces réparations s'inscrivent aussi dans le type de construction. Les charpentiers en charge des réparations avaient donc fait en sorte de garder l'assemblage de base pour plus de solidité en respectant la maille serrée des tenons et mortaises. Le bordé joue le rôle structurel de l'embarcation. Il est donc important d'en prendre le plus grand soin. Quatre autres épaves, comprises entre le I^{er} siècle et le début du V^e siècle, présentaient également ce système de réparation par tenons de réparation. Ce sont les épaves *Jules-Verne 5*, *La Conque des Salins*, *Jules-Verne 1-2* et *Pakoštane*. Il faut noter qu'au cours du IV^e siècle, la construction sur bordé révèle quelques caractéristiques annonçant la construction sur membrures⁵⁷. Cela s'observe notamment à travers la diminution des tenons et mortaises, créant un affaiblissement longitudinal de la coque. L'espace entre les tenons et mortaises est plus grand, mais dans cette phase de transition cela fragilise le

57 Patrice Pomey, Yaacov Kahanov & Éric Rieth, « Transition from Shell to Skeleton in Ancient Mediterranean Ship-Construction: Analysis, Problems, and Future Research », art. cit., p. 235-314.

bordé puisque nous ne sommes pas encore sur une construction sur membrure où le bordé n'est plus la structure de base. L'utilisation de tenons de réparation prouve que certains navires ont encore une structure qui repose sur le bordé. Cette évolution se poursuit par l'absence de chevilles de blocage dans les tenons dès la fin du IV^e siècle jusqu'au début du VII^e siècle et cela s'observe à travers les réparations de *Fiumicino 1*.

Durant cette période de transition, les clous sont un élément important. L'un des indices de cette évolution est le clouage ou le brochage des membrures. Si les réparations s'inscrivent dans le contexte d'évolution dans lequel elles naissent, qu'en est-il des outils ?

156 Sur l'épave *Ma'agan Mikhael* (-400), les outils retrouvés correspondent au type d'assemblage utilisé. Ce navire répond à un assemblage mixte où les ligatures tendent à disparaître. Les tenons chevillés dans des mortaises sont utilisés sur toute la coque sauf aux extrémités. Une collection de ciseaux servant à tailler les mortaises, des maillets pour les frapper et insérer les chevilles ainsi qu'un archet de forage pour percer les trous de chevilles semblent donc plus qu'appropriés.

La seule autre épave où ce contexte d'évolution est bien visible est l'épave *Yassi Ada 1* (v. 625 apr. J.-C.) qui répond à un principe de construction mixte : des clous lient les varangues à la quille ; le galbord est préassemblé par des tenons, mais ce sont les clous qui le maintiennent à la quille ; la membrure est clouée au bordé ; enfin les préceintes sont assemblées au moyen de chevilles et de broches métalliques. Une collection d'outils de charpentier a été retrouvée. Si elle ne contenait pas de marteau, en revanche, plusieurs sacs de clous s'y trouvaient. Le marteau devait très certainement faire partie de cette collection, mais aucun reste archéologique n'a été retrouvé.

D'une façon générale, les outils utilisés pour le travail du bois et la construction navale sont restés les mêmes. Mais les évolutions techniques ont certainement joué un rôle sur les outils. Certains, comme le marteau, devaient assurément être davantage utilisés lors de la transition entre la construction sur bordé et la construction sur membrure. Ils ont certainement connu de légères évolutions au fil du temps pour plus de commodité.

La chaîne opératoire de la réparation navale passe par le choix de matériaux en fonction des réparations à effectuer. En ce qui concerne le bois, cela ne résultait pas tant d'un choix que d'une nécessité. Les réparations dépendaient des blessures à panser des navires. Cependant, certains types de navires semblent sujets aux réparations soit par leurs usages soit par leur construction. Certaines faiblesses sont le fait de nouveautés architecturales pas encore maîtrisées. Évolutions et réparations vont de pair et les techniques de réparation employées reflètent souvent le contexte dans lequel elles évoluent. Les outils servant à

effectuer ces réparations semblent correspondre aux méthodes de construction utilisées, sans que l'on puisse vraiment faire une différence dans la caisse de charpentier selon les époques. Les outils pour travailler le bois connaissent peu d'évolution. L'évolution, si elle a lieu, se définit en termes de préférence d'outil, d'ergonomie et de facilité d'utilisation.

Ces outils, ainsi que les matériaux, étaient transportés à bord des navires pour effectuer les réparations de bord et l'entretien courant. Évidemment, le fait d'emmener le nécessaire de réparation suggère que quelqu'un à bord savait réparer. D'ailleurs l'emploi dans les textes classiques du terme *naupegos*⁵⁸, signifiant « charpentier de marine », suggère bien que l'équipage en comportait un.

Il s'avère cependant, après l'observation des traces de réparations, qu'elles n'étaient pas effectuées en mer à proprement parler puisqu'elles touchent toutes, ou presque, le bordé et les éléments s'y rattachant. Cependant, elles pouvaient avoir lieu au cours de leur voyage, dans un port sur le trajet. Nombre de réparations observées nécessitent le recours à une cale sèche, ce qui induit l'existence d'installations portuaires dédiées aux réparations. Toutefois, les navires nous parviennent rarement dans leur intégralité. Souvent, ce sont les parties basses qui subsistent, les parties hautes ayant disparu. Il se peut très bien que des réparations de petite envergure aient été effectuées en mer sur des bois n'étant pas en contact avec le bordé. Enfin, des réparations ne touchant pas à la charpente devaient également avoir lieu, comme la réfection des voiles suggérée par les quatre aiguilles en bronze retrouvées sur l'épave *Laurons II*.

58 Lionel Casson, *Ships and Seamanship in the Ancient World*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1995.

HISTOIRE MARITIME

collection dirigée par Olivier Chaline

Vous pouvez retrouver à tout moment l'ensemble des ouvrages
parus dans la collection « Histoire maritime »
sur le site internet de Sorbonne Université Presses :

<http://sup.sorbonne-universite.fr/>

La Real Armada

La Marine des Bourbons d'Espagne au XVIII^e siècle

Olivier Chaline & Augustin Guimerá Ravina

Les Marines de la guerre d'Indépendance américaine

1763-1783

tome I. *L'Instrument naval*

tome II. *L'Opérationnel naval*

Olivier Chaline, Philippe Bonnichon & Charles-Philippe de Vergennes (dir.)

La Maritimisation du monde

de la préhistoire à nos jours

GIS d'histoire maritime

L'Approvisionnement des villes portuaires en Europe

du XVI^e siècle à nos jours

Caroline Le Mao & Philippe Meyzie (dir.)

La Naissance d'une thalocratie

Les Pays-Bas et la mer à l'aube du Siècle d'or

Louis Sicking

La Piraterie au fil de l'histoire

Un défi pour l'État

Michèle Battesti (dir.)

Le Voyage aux terres australes du commandant Nicolas Baudin

Genèse et préambule

1798-1800

Michel Jangoux

Les Ports du golfe de Gascogne

De Concarneau à la Corogne

XV^e-XXI^e

Alexandre Fernandez & Bruno Marnot (dir.)

Les Grands Ports de commerce français et la mondialisation

au XIX^e siècle

Bruno Marnot

Les Huguenots et l'Atlantique
Pour Dieu, la Cause ou les Affaires
Mickaël Augeron, Didier Poton et Bertrand van Ruymbeke (dir.)
Préface de Jean-Pierre Poussou

Négociants et marchands de Bordeaux
De la guerre d'Amérique à la Restauration
1780-1830

Philippe Gardey
Préface de Jean-Pierre Poussou

La Compagnie du Canal de Suez
Une concession française en Égypte
1888-1956

Caroline Piquet

Les Villes balnéaires d'Europe occidentale
du XVIII^e siècle à nos jours
Yves Perret-Gentil, Alain Lottin & Jean-Pierre Poussou (dir.)

La France et l'Indépendance américaine
Olivier Chaline, Philippe Bonnichon & Charles-Philippe de Vergennes (dir.)

Les Messageries maritimes
L'essor d'une grande compagnie de navigation française
1851-1894

Marie-Françoise Berneron-Couvenhes

Canadiens en Guyane
1745-1805

Robert Larin

Prix de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer, 2006

La Mer, la France et l'Amérique latine
Christian Buchet & Michel Vergé-Franceschi (dir.)

Sous la mer
Le sixième continent
Christian Buchet (dir.)

Les Galères au musée de la Marine
Voyage à travers le monde particulier des galères
Renée Burlet

La Grande Maîtresse, nef de François I^{er}
Recherches et documents d'archives
Max Guérout & Bernard Liou

À la mer comme au ciel
Beautemps-Beaupré et la naissance de l'hydrographie moderne
L'émergence de la précision en navigation et dans la cartographie marine

1700-1850

Olivier Chapuis

Prix de l'Académie de marine, 2000

Grand prix de la Mer décerné par l'association
des écrivains de langue française, 2000

Les Marines de guerre européennes

XVII^e-XVIII^e siècles

Martine Acerra, José Merino & Jean Meyer (dir.)

Six millénaires d'histoire des ancres

Jacques Gay

Coligny, les protestants et la mer

1558-1626

Martine Acerra & Guy Martinière (dir.)

REVUE D'HISTOIRE MARITIME

Dirigée par Olivier Chaline & Sylviane Llinares

24. *Gestion et exploitation des ressources marines de l'époque moderne à nos jours*
 - 22-23. *L'Économie de la guerre navale, de l'Antiquité au XX^e siècle*
 21. *Les Nouveaux Enjeux de l'archéologie sous-marine*
20. *La Marine nationale et la première guerre mondiale: une histoire à redécouvrir*
 19. *Les Amirautés en France et outre-mer du Moyen Âge au début du XIX^e siècle*
18. *Travail et travailleurs maritimes (XVIII^e-XX^e siècle). Du métier aux représentations*
 17. *Course, piraterie et économies littorales (XV^e-XXI^e siècle)*
 16. *La Puissance navale*
 15. *Pêches et pêcheries en Europe occidentale du Moyen Âge à nos jours*
 14. *Marine, État et Politique*
 13. *La Méditerranée dans les circulations atlantiques au XVIII^e siècle*
 12. *Stratégies navales: l'exemple de l'océan Indien et le rôle des amiraux*
- 10-11. *La Recherche internationale en histoire maritime: essai d'évaluation*
 9. *Risque, sécurité et sécurisation maritimes depuis le Moyen Âge*
 8. *Histoire du cabotage européen aux XVI^e-XIX^e siècles*
 7. *Les Constructions navales dans l'histoire*
 6. *Les Français dans le Pacifique*
 5. *La Marine marchande française de 1850 à 2000*
 4. *Rivalités maritimes européennes (XVI^e-XIX^e siècle)*
 - 2-3. *L'Histoire maritime à l'Époque moderne*
 1. *La Percée de l'Europe sur les océans vers 1690-vers 1790*

« BIBLIOTHÈQUE DE LA REVUE D'HISTOIRE MARITIME »

*La Vie et les travaux du chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799).
Épisode de la vie scientifique du XVIII^e siècle*
Jean Mascart