HAL
open science

Napoli A, un voilier abandonné dans le port de Neapolis à la fin du Ier siècle: architecture, fonction, restitution et espace de navigation

Giulia Boetto, Pierre Poveda

▶ **To cite this version:**

Giulia Boetto, Pierre Poveda. Napoli A, un voilier abandonné dans le port de Neapolis à la fin du Ier siècle: architecture, fonction, restitution et espace de navigation. G. Boetto; E. Rieth. De re Navali. Pérégrinations nautiques entre Méditerranée et océan Indien. Mélanges en l'honneur de Patrice Pomey, 20, CNRS éditions, pp.19-56, 2018, Archaeonautica, 978-2-271-12263-6. halshs-01977642

HAL Id: halshs-01977642

https://shs.hal.science/halshs-01977642v1

Submitted on 10 Jan 2019

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

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

Archaeonautica

De re navali : *Pérégrinations nautiques entre Méditerranée et océan Indien. Mélanges en l'honneur de Patrice Pomey*

Ce volume, écrit par quatorze amis, collègues et anciens étudiants, est dédié à Patrice Pomey, archéologue naval spécialiste de l'Antiquité méditerranéenne, directeur de recherche émérite du CNRS, et qui fut directeur de la Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines (ministère de la Culture) et du Centre Camille Jullian (Aix-Marseille Université, CNRS). Préfacé par André Tchernia et introduit par les éditeurs, Giulia Boetto et Éric Rieth, cet ouvrage comporte quatre parties qui évoquent les axes de recherche auxquels Patrice Pomey a consacré l'essentiel de sa carrière. Cinq articles portant sur l'archéologie navale antique méditerranéenne composent la première partie, tandis que la deuxième, dédiée à l'iconographie navale, comporte deux contributions. Les quatre études de la troisième partie rappellent l'intérêt de Patrice Pomey pour l'ethnographie navale ainsi que ses travaux sur l'architecture navale « cousue » du Kerala ou sur les bateaux du lac Borollos en Égypte. Enfin, dans une quatrième et dernière partie, intitulée « Varia », sont regroupés trois articles évoquant d'autres thèmes chers à Patrice Pomey, la dendrochronologie, le modélisme de recherche et l'archéologie expérimentale.

De re navali: Nautical wanderings between the Mediterranean Sea and the Indian Ocean. Studies in honour of Patrice Pomey

This volume, written by fourteen friends, colleagues and former students, is dedicated to Patrice Pomey, nautical archaeologist and specialist in the ancient Mediterranean, emeritus director of research at the CNRS, and former director of the Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines (French Ministry of Culture) and of the Centre Camille Jullian (Aix Marseille University, CNRS). With a preface by André Tchernia and an introduction by the editors, Giulia Boetto and Éric Rieth, the work is composed of four sections that reflect the themes to which Patrice Pomey has devoted most of his career. Five articles bearing on the nautical archaeology of the ancient Mediterranean make up the first part, while the second features two contributions looking at nautical iconography. The four studies of the third part recall Pomey's interest in nautical ethnography as well as his work on the "sewn" boats of Kerala and the boats of Lake Borollos in Egypt. The fourth and final section is entitled "Varia" and contains three articles exploring other themes dear to Patrice Pomey: dendrochronology, the use of study models, and experimental archaeology.

Centre Camille Jullian

Aix*Marseille université
initiative d'excellence

45 € prix valable en France
ISSN : 0154-1854
ISBN : 978-2-271-12263-6

9 782271 122636

Ouvrage publié avec le soutien du Centre Camille Jullian.

www.cnrseditions.fr

Le *Gyptis* dans la baie de Marseille, 2013 (cliché L. Damelet, AMU/CNRS/CCJ).

Archaeonautica 20 | 2018

Archaeonautica

20 | 2018

De re navali
Pérégrinations nautiques entre Méditerranée et océan Indien
Mélanges en l'honneur de Patrice Pomey

CNRS EDITIONS

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

SOMMAIRE

La Naissance d'une Vocation 5
André Tchernia

De re navali : Pérégrinations nautiques entre Méditerranée et océan Indien.
Mélanges en l'honneur de Patrice Pomey 7
Giulia Boetto, Eric Rieth

Bibliographie de Patrice Pomey 9

— ARCHÉOLOGIE NAVALE —

Napoli A, un voilier abandonné dans le port de *Neapolis* à la fin du Ier siècle :
architecture, fonction, restitution et espace de navigation 19
Giulia Boetto, Pierre Poveda

Quelques pièces pour la manœuvre des voiles découvertes sur l'épave de la Madrague de Giens
(Hyères, Var, 70-45 av. J.-C.) 57
Marie-Brigitte Carre

Capo Sagro 2 : une épave romaine à chargement de lingots d'étain à 500 mètres de profondeur 67
Franca Cibecchini, Christian Rico, Pierre Poveda

El pecio de Binissafúller y los barcos en la cultura ibérica 89
Carlos De Juan

Navires et navigations dans le delta du Rhône à l'époque romaine 103
Sabrina Marlier

— ICONOGRAPHIE NAVALE —

Le « bateau-boomerang » prédynastique et la barque divine pharaonique 143
Lucien Basch

Les représentations de la navigation et du commerce dans les collections lapidaires de Narbonne 151
Ambroise Lassalle, Marie-Pierre Jézégou

— ETHNOGRAPHIE NAVALE —

Typologie et influence des bases monoxyles dans la construction navale traditionnelle, à l'image des esquifs réalisés par encorbellement inverse 165
Béat Arnold

The Use of Ribbands in the Recent Shipbuilding Tradition 183
Kostas Damianidis

La construction d'une jonque à Hong Kong en 1947 : l'ultime enquête ethnographique d'Étienne Sigaut en Chine 195
Éric Rieth

Odam – the quintessential sewn boat of India 209
Lotika Varadarajan

— *VARIA* —

Une évolution singulière, de la terre vers l'eau : la dendrochronologie 225
Frédéric Guibal

Une nouvelle maquette de restitution hypothétique d'un navire à *dolia* 233
Robert Roman

The *Kyrenia II*, the trireme *Olympias*, the *papyrella* : three different endeavours in nautical experimental archaeology 239
Harry Tzalas

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Napoli A, un voilier abandonné dans le port de *Neapolis* à la fin du Ier siècle : architecture, fonction, restitution et espace de navigation

Giulia Boetto, Pierre Poveda

Résumé
Découverte en 2004 à l'occasion des fouilles archéologiques préventives entreprises à Naples pour la construction de la station du métro de Piazza Municipio, l'épave *Napoli A* a fait l'objet d'une étude détaillée mêlant les analyses architecturale, xylologique, dendrochronologique et radiocarbone, permettant *in fine* la restitution des structures et des formes d'origine. Au terme de ces analyses, il apparaît que ce petit navire de commerce, construit localement, a subi de nombreuses réparations lors de sa longue existence. Avant d'être abandonné près d'une jetée du port à la fin du Ier siècle, ce voilier fut probablement utilisé dans une zone bien définie de la Méditerranée occidentale, à savoir la partie centrale et orientale de la mer Tyrrhénienne.

Mots-clés
Bois, Épave, Espace de navigation, Italie, Méditerranée, Mer Tyrrhénienne, Naples, Navire, Port, Restitution, Voilier

***Napoli A*, a sailing ship abandoned in the harbour of *Neapolis* at the end of the 1st century: architecture, function, reconstruction and sailing space**

Abstract
The *Napoli A* wreck was discovered in 2004 during salvage excavations in Naples for the construction of the Piazza Municipio metro station. It was the subject of a detailed study combining architectural, xylological, radiocarbon and dendrochronological analyses that ultimately led to the reconstruction of the structure and form of the original ship. Thanks to these analyses, it appears that this small trading vessel, built locally, was repaired several times during its long existence. Before being abandoned near a pier at the end of the 1st century, this sailing ship was probably used in a well-defined area of the western Mediterranean corresponding to the central and eastern part of the Tyrrhenian Sea.

Key-words
Wood, Shipwreck, Sailing space, Italy, Mediterranean Sea, Tyrrhenian Sea, Naples, Ship, Port, Reconstruction, Sailing ship

Le moment venu de choisir un sujet pour notre article d'hommage à Patrice Pomey, nous n'avons eu que peu de doutes et nous avons tout naturellement pensé présenter l'étude de l'épave *Napoli A*. Ceci n'a rien d'anodin, car cette épave nous a non seulement permis de réaliser ensemble notre première étude de restitution d'un navire antique, mais elle représente à nos yeux un témoignage fort du lien qui nous unit à Patrice.

C'est d'abord grâce à l'intermédiaire de Patrice que Giulia a pu intégrer l'équipe dirigée par Daniela Giampaola à Naples et ainsi réaliser l'étude des trois épaves découvertes en 2004 à l'occasion des fouilles archéologiques préalables à la construction de la station du métro de Piazza Municipio. Patrice suivit de loin et de près cette longue opération de terrain (sept mois) et, si elle fut menée à bien malgré de nombreuses difficultés, ce fut aussi grâce à son soutien scientifique et à sa confiance.

Puis, bien des années plus tard, c'est Pierre qui fut chargé, dans le cadre de sa thèse de doctorat dirigée par Patrice, de restituer le bateau d'origine en faisant revivre virtuellement un voilier ayant sillonné les eaux de la baie de Naples il y a environ deux mille ans. Là aussi, Patrice participa à toutes les étapes du processus de restitution en nous confortant dans nos choix.

C'est donc avec affection et avec la plus grande admiration, non dénuée d'émotion, que nous dédions cet article à notre cher Patrice, jadis directeur de nos travaux de thèse, désormais collègue au CNRS. L'un et l'autre lui sommes redevables de presque toutes nos connaissances actuelles dans le domaine de l'archéologie navale. Cet article en est, nous l'espérons, un modeste témoignage.

Mais avant d'entrer dans le vif du sujet, il n'est pas inutile de rappeler brièvement les circonstances de la découverte, le contexte et les résultats les plus importants sur le port antique, obtenus grâce aux recherches interdisciplinaires menées ces dernières décennies à Piazza Municipio.

LE PORT DE *NEAPOLIS* ET LES ÉPAVES

Le vaste programme d'archéologie préventive entrepris pour la construction des lignes 1 et 6 du métro napolitain a permis de restituer l'évolution du paysage côtier de la zone située entre le rocher de Pizzofalcone, où se dressait *Parthenope*, avant-poste de Cumes au début du VIIe s. av. J.-C., et le plateau où fut construite, entre la fin du VIe et le début du Ve s. av. J.-C., *Neapolis* la ville nouvelle (D'Agostino, Giampaola 2005).

À l'intérieur d'une grande baie allant de S. Maria di Porto Salvo à l'est et la colline de Castel Nuovo à l'ouest, les fouilles

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

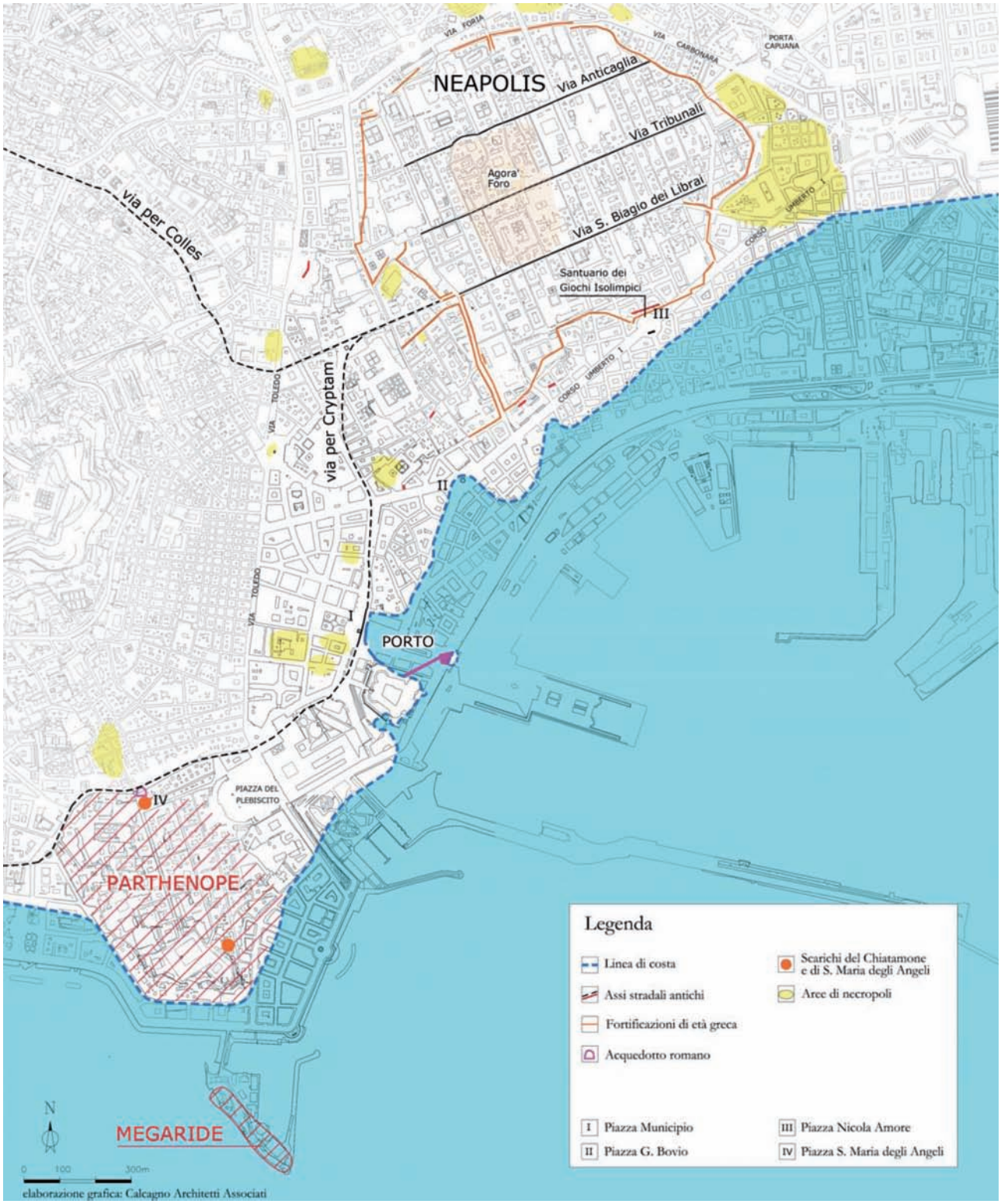


Fig. 1 : *Restitution de la ligne de côte entre* Neapolis *et* Parthenope *(Giampaola 2017b, fig. 1).*

effectuées à Piazza Municipio ont dégagé, au sein d'une séquence stratigraphique d'environ 13 m comprise entre le IIIe s. av. J.-C. et l'époque actuelle, les phases d'implantation, de vie et d'abandon du bassin portuaire antique[1] (fig. 1).

Du point de vue stratigraphique, les recherches ont notamment révélé d'importantes activités de dragage qui, à partir du IIIe s. av. J.-C., ont modifié profondément la morphologie du fond marin et, en conséquence, la bathymétrie de l'anse où est implanté le port. L'entretien, qui se poursuivit jusqu'à la fin du IIe s. av. J.-C., a permis d'éviter l'ensablement du bassin et a garanti la permanence d'une colonne d'eau comprise entre 3 et

1. Giampaola, Carsana 2005 ; Giampaola *et al.* 2005, p. 47-54 ; Carsana *et al.* 2009 ; Giampaola 2010 ; 2017a ; 2017b, p. 32-35 ; Di Donato *et al.* 2018.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

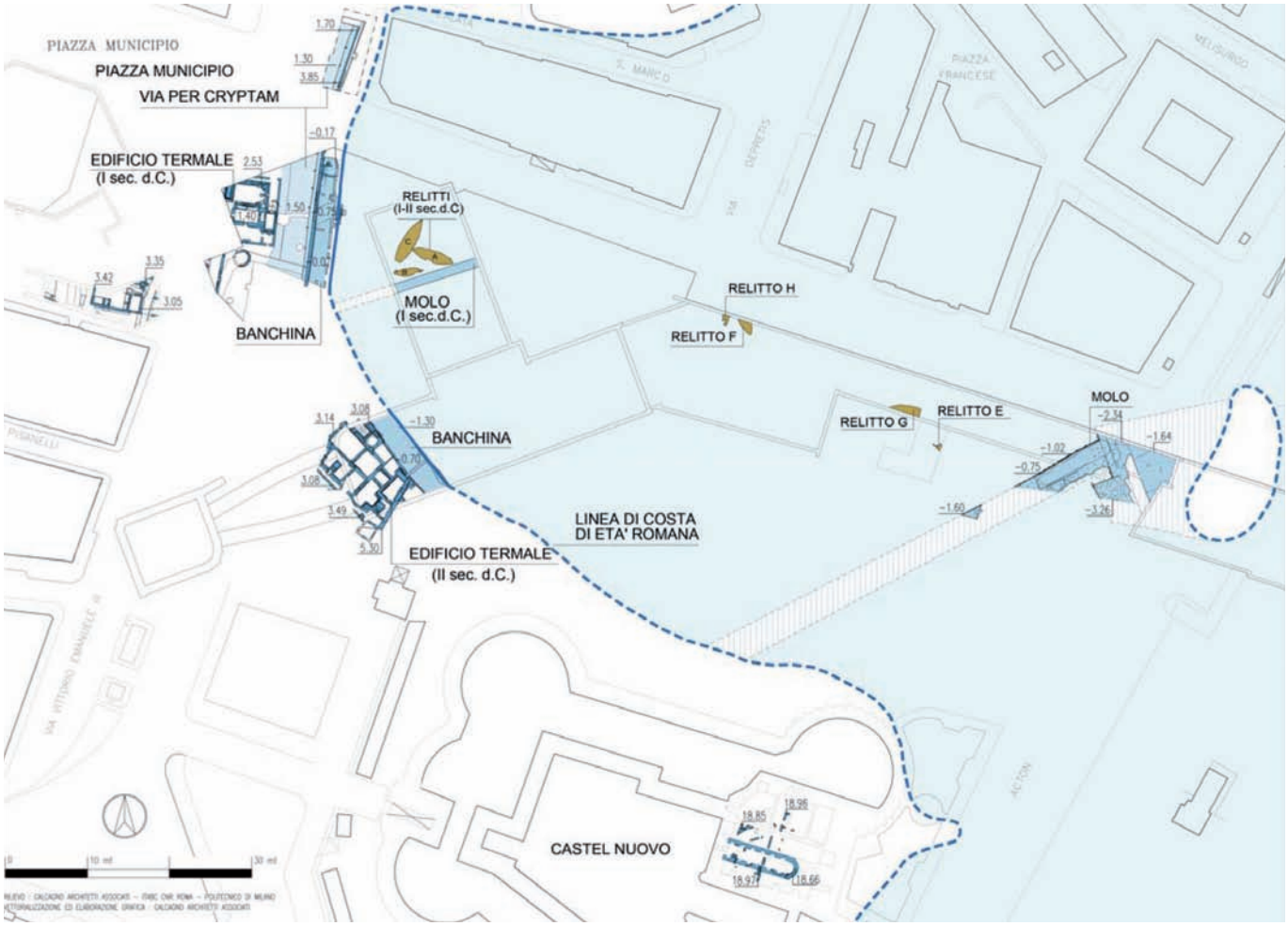


Fig. 2 : *L'emprise de fouille à Piazza Municipio avec la position des infrastructures portuaires, des édifices et des épaves d'époque romaine (Giampaola 2017b, fig. 64).*

6 m de haut, adaptée au mouillage des plus grands navires de l'époque (Boetto 2010). À cette phase sont associés des ouvrages de terrassement et un plan incliné peut-être utilisé pour tirer au sec des embarcations.

L'étude des fosses de dragage a aussi amené à formuler des hypothèses concernant l'usage de machines munies de bras à godets, montées sur des pontons flottants ou des embarcations[2] (Giampaola *et al.* 2005, p. 55, fig. 5 ; Giampaola, Carsana 2005). Les sédiments devaient être déchargés sur des chalands à clapet qui les évacuaient au large, à l'image des « bateaux dragues » *Jules Verne 3*, *4* et *5* abandonnés aux Ier et IIe s. ap. J.-C. dans le port antique de Marseille (Pomey 1995 ; 1999) et qui sont actuellement interprétés comme des chalands à clapet, ou « marie-salopes », selon le langage imagé des marins (Pomey 2014).

À partir du début du Ier s., le bassin est réorganisé avec la construction d'une jetée brise-lames de protection, d'un quai auquel se reliait perpendiculairement une jetée orientée est-ouest[3] et d'un axe viaire identifié comme la *via per cryptam* qui conduisait aux Champs Phlégréens. Au début du Ier s. et au cours du IIe s. des établissements thermaux sont construits près de cette route. Le bassin portuaire, bien mieux protégé par ces jetées, ne semble plus faire l'objet d'un entretien soutenu et l'on constate son comblement progressif. La colonne d'eau commence à diminuer jusqu'à atteindre une profondeur maximale d'environ 2 à 3,5 m, sans que l'activité portuaire n'en semble pour autant affectée (Di Donato *et al.* 2018).

Ce n'est qu'au Ve s. que se forme un milieu lagunaire, puis subaérien avec l'avancement de la ligne de côte (Amato *et al.* 2009 ; Carsana *et al.* 2009 ; Cinque *et al.* 2011 ; Russo Ermolli *et al.* 2014 ; Di Donato *et al.* 2018) qui se traduit par le déplacement du port vers l'est, probablement à proximité de l'actuelle Piazza Bovio (Giampaola 2017b, p. 35).

C'est dans ce contexte portuaire que sont apparus les vestiges de pas moins de huit embarcations antiques (fig. 2) : la première épave mise au jour, *Napoli A,* fera l'objet de cette étude (fig. 3)[4].

2. On pense aux machines pour curer utilisées dans les ports français au XIXe siècle (Snepp 1989 ; Bonillo *et al.* 1991, p. 43).

3. C'est au nord de cette jetée que furent retrouvés les vestiges de *Napoli A*, *B* et *C* (fig. 3).

4. Les épaves plus antiques, *Napoli E* et *H*, sont datées du IIe s. av. J.-C. ; *Napoli A* et *C* correspondent à des embarcations abandonnées à la fin du Ier s., tandis que *Napoli B, F* et *G* ont fait naufrage ou ont été abandonnées entre la fin du IIe et le début du IIIe siècle. Les épaves *Napoli A, B* et *C* ont été mises au jour dans la station de la ligne 1 fin 2003, et ont été fouillées puis déposées en 2004 (Giampaola *et al.* 2005 ; Boetto 2005 ; 2007 ; 2009 ; Boetto *et al.* 2010). Les autres épaves ont été découvertes fin 2013 (*Napoli E*) et entre fin 2014 et début 2015 (*Napoli F, G* et *H*) dans la zone A, une longue tranchée permettant de relier la station de la ligne 6, attenante à celle de la ligne 1, à la station maritime (Boetto *et al.* à paraître). Les maigres vestiges d'une embarcation du XIIe s. (*Napoli D*) ont été aussi découverts en 2009 dans la rue De-Pretis, dans un puits d'aération de la ligne 1.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

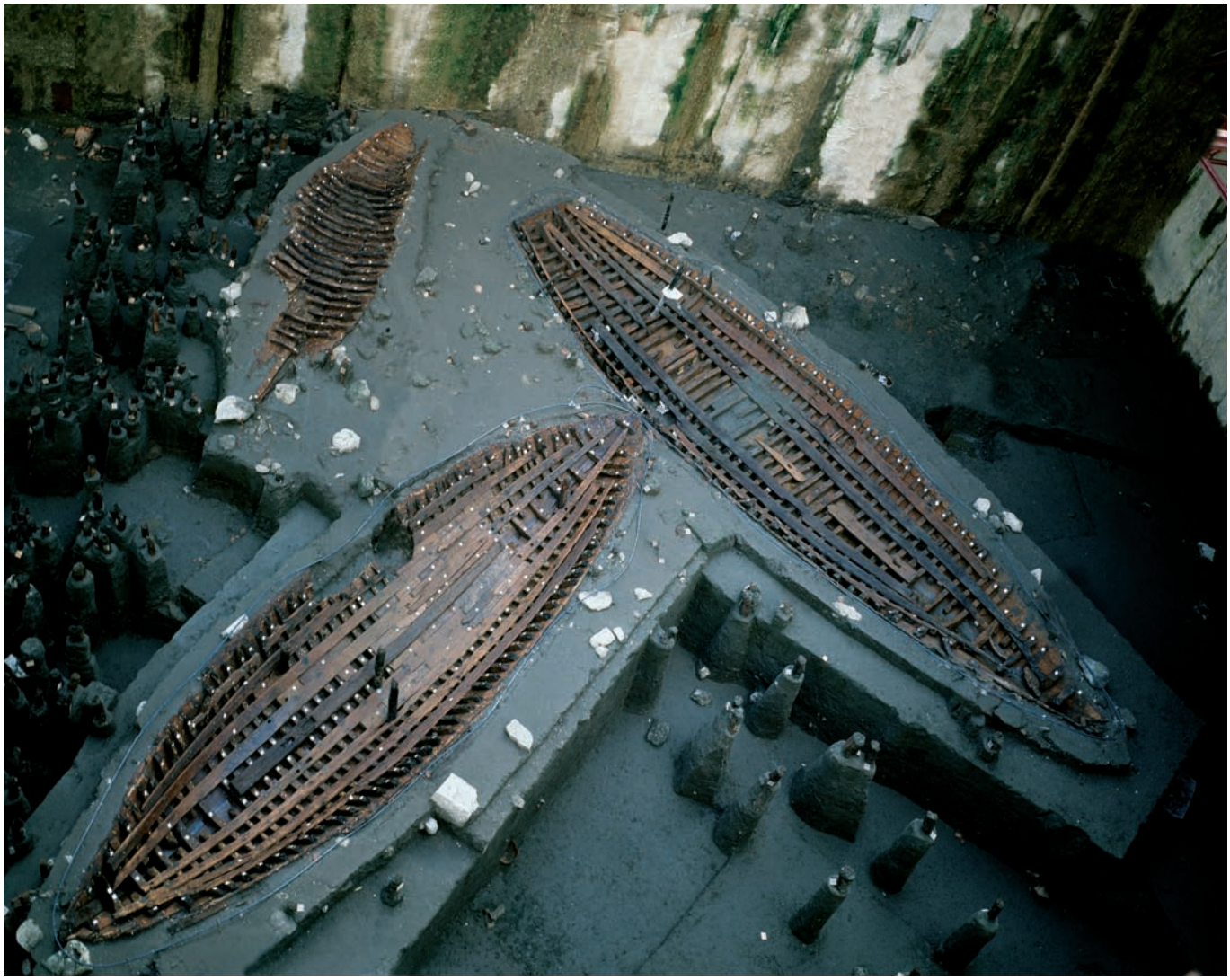


Fig. 3 : *Vue des épaves fouillées en 2004 à Piazza Municipio :* Napoli A*, au centre de l'image, est perpendiculaire à l'épave de navire à tableau vertical de type* horeia Napoli C*. En haut à gauche, se trouve* Napoli B *dont la charpente longitudinale interne a déjà été démontée. Les pieux entourés de sédiments à l'extrême gauche de l'image correspondent à la jetée orientée Est-Ouest (cliché G. Avallone, Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio del comune di Napoli).*

HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE : FOUILLE, MARQUAGE, ÉTUDE, RELEVÉ ET DÉPOSE

L'épave A de Naples fut découverte fin 2003 dans la moitié septentrionale de l'emprise de fouille de la station de la ligne 1, au niveau d'une des pompes utilisées pour le drainage du chantier[5] (fig. 4). C'est d'ailleurs le tuyau de cette pompe qui a creusé une fosse de presque 2 m de diamètre et a endommagé la partie sommitale des structures du flanc ouest du bateau, tout en faisant apparaître en section la préceinte, une membrure et une serre.

Les contours du bateau furent ensuite délimités en plan sur environ 12 m de long et sur une surface de 28 m². Ils affleuraient à 3,8/3,9 m en dessous du niveau moyen actuel de la mer, matérialisant ainsi une épave orientée selon un axe nord-ouest/sud-est[6] (fig. 5). Un sondage transversal large environ d'un mètre fut entrepris pour évaluer l'état de conservation des bois, les structures présentes et le système de construction. Ce sondage dévoila un fond de coque recouvert par un vaigrage, une membrure plutôt serrée et une carlingue matérialisant l'axe longitudinal sans pour autant permettre, à ce stade, de définir précisément la place de l'avant et de l'arrière du bateau.

Lors du dégagement des sédiments recouvrant l'épave, des bois disjoints provenant de la désagrégation des structures furent également découverts[7], ainsi que des fragments céramiques et un petit cabillot (L41) appartenant très probablement au gréement du navire[8].

5. Rappelons que ce fut Jean-Pierre Brun, alors directeur du centre Jean-Bérard de Naples, qui confirma, lors d'une visite du chantier de Piazza Municipio, l'hypothèse des archéologues napolitaines quant à la présence d'une épave ensevelie sous les sédiments portuaires. J.-P. Brun contacta ensuite Patrice Pomey, alors directeur du centre Camille-Jullian, afin d'organiser une possible participation aux travaux des spécialistes en archéologie navale du CCJ.

6. Pour un souci de clarté, on a considéré que l'embarcation était orientée nord-sud.

7. À ces bois épars, tout comme aux autres objets en bois ou en cuir découverts à l'intérieur de l'épave, fut attribué un code composé de la lettre L (*legno*) suivie d'une numérotation continue.

8. L'objet mesure 12,4 cm et a un diamètre au centre de 2,1 cm, et aux extrémités de 2,7 cm. Pour des comparaisons voir Dumas 1999, p. 62.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 4 : *Vue de* Napoli A *depuis le sud-ouest au moment de la découverte (cliché G. Boetto).*

Fig. 5 : *Cordage lové en fond de cale et manche d'outil (L30) glissé dans la maille du navire. A droite de l'image, l'extrémité avant de la carlingue/massif d'emplanture du mât est visible (cliché G. Boetto).*

Fig. 6 : *Vue depuis le sud-est de* Napoli A. *On note la pompe de drainage qui a profondément entaillé le flanc tribord (cliché G. Boetto).*

Dans la partie nord de l'épave (entre les membrures M14 et M24), le fond de cale était recouvert par une couche de pierres de dimensions hétérogènes, en calcaire et en tuf, probable résidu du lest du navire. Vers l'extrémité méridionale furent mis au jour un manche d'outil (L30[9]), glissé dans la maille entre les membrures M40 et M42 à tribord, ainsi qu'un assemblage composé d'un cordage (M) lové sur le vaigrage, associé à un objet en bois de forme cylindrique (L31), une petite cale en bois (L32) et un fragment de cuir (L33) (fig. 5)[10].

Le dégagement complet du fond de carène, son relevé et son étude *in situ* furent achevés fin mai 2004[11] (fig. 6 et 7). Une fois les sédiments et le lest enlevés, certaines structures, comme les pièces de bois de la couche supérieure du vaigrage et les payols mobiles situés entre les serres fixes, furent récupérées afin d'accéder au fond de cale et de procéder à un nettoyage fin du bois.

Ce travail fut réalisé à l'aide de jets d'eau, de pinceaux et de brosses. Des éponges, des écopes et un aspirateur furent aussi utilisés pour ôter le mélange d'eau et de sable. Il faut aussi ajouter que l'épave était régulièrement arrosée afin de maintenir un taux d'humidité suffisant pour la bonne préservation du bois, notamment lors des journées les plus chaudes.

Les structures furent ensuite marquées avec des étiquettes portant des codes alphanumériques permettant d'individualiser les diverses pièces architecturales[12]. Des punaises à tête plastifiée colorée permirent aussi de matérialiser les divers types

9. Cet objet, long de 46,5 cm et large de 6,5/9 cm, s'affine aux extrémités et possède une section ovale. Il est creusé d'un orifice rectangulaire de 6,8 sur 3,8 cm. Son interprétation pose un problème compte tenu de ses dimensions. Il pourrait s'agir d'un manche d'outil, peut-être une tarière.

10. Entre M42 et M44, côté ouest.

11. La fouille, la documentation, l'étude et la dépose des trois épaves *Napoli A*, *B* et *C* furent menées selon un programme établi au préalable et en concertation avec la responsable scientifique Mme Daniela Giampaola (inspecteur archéologue pour la ville de Naples, *Soprintendenza per i beni archeologici delle province di Napoli e Caserta* devenue *Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio del comune di Napoli*), avec l'archéologue responsable d'opération à Piazza Municipio et collaboratrice de la Surintendance, Mme Vittoria Carsana ainsi qu'avec les ingénieurs de la société Metronapoli S.p.A.

12. Les codes étaient composés de lettres indiquant le type de structure (T pour *tavola*, planche de bordé ; M pour *madiere*, varangue ; SO pour *semi-ordinata*, demi-couple ; Fi pour *fasciame interno*, vaigrage ; Pag pour *pagliolo*, payol ou vaigre mobile ; R *riparazione*, réparation ; L pour *legno*, élément en bois détaché), de chiffres et de l'indication tribord (t) ou bâbord (b) selon la position des éléments par rapport à l'axe de la quille.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

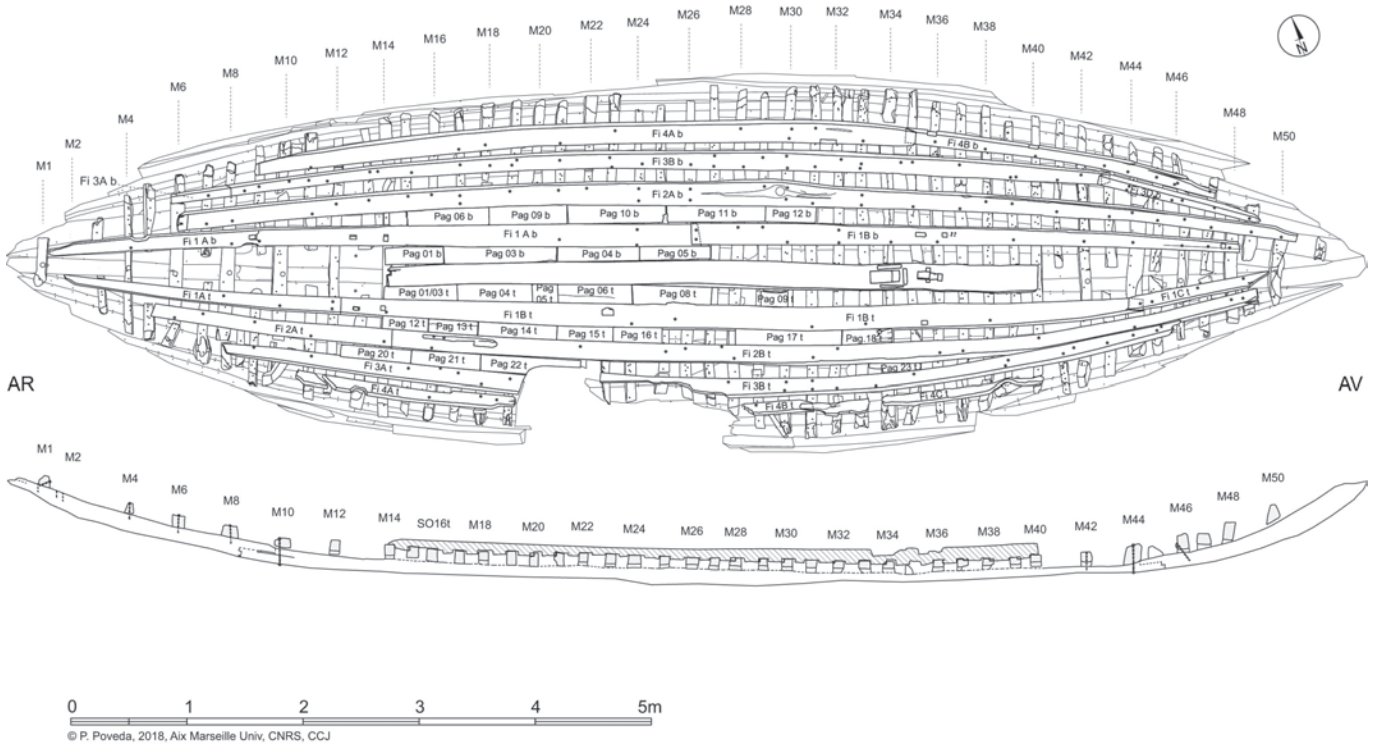


Fig. 7 : *Plan général avec le vaigrage et la carlingue/emplanture du mât et section longitudinale de l'épave* Napoli A *(relevé Tecno In et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda)*

d'assemblage. Une fois l'étude architecturale complétée, plusieurs relevés des structures, en relation avec les diverses phases de travail et de démontage, furent réalisés avec un appareil laser scanner de type *Cyrax 2500* et une station totale[13]. Les modèles obtenus furent redessinés sous Autocad pour produire des planimétries au 1/10e, auxquelles furent ensuite intégrés les détails observés directement sur le terrain[14]. De même, la levée topographique fut à la base du relevé manuel des sections transversales et longitudinale de l'épave[15].

La méthode de la « coque externe en fibres de verre », préconisée par le ministère des Biens culturels et déjà utilisée sur le chantier des navires de Pise[16], fut choisie pour la dépose de *Napoli A*. Cette phase, initiée début août 2004, a comporté la fouille stratigraphique des couches entourant l'épave ; le positionnement d'un grand châssis métallique autour de la motte de terre l'englobant ; la fouille alternée à partir des deux extrémités de portions larges au maximum de 1,5 m ; le relevé de la coque dégagée et son étude ; et enfin la réalisation de la coque externe elle-même[17] (Giampaola *et al.* 2005, p. 78-81). Le 7 septembre, l'épave fut récupérée et transportée dans un espace de stockage situé à Piscinola, à la périphérie de la ville. Depuis, elle est conservée en immersion en attente d'un traitement de conservation et restauration.

DYNAMIQUE DE FORMATION DE L'ÉPAVE

C'est à la fin du Ier s. ap. J.-C. que le navire *Napoli A* termina sa vie près de la jetée orientée est-ouest (US1105) du bassin portuaire. Le navire, échoué, se coucha alors sur son flanc bâbord qui put se conserver jusqu'au deuxième niveau de préceintes (fig. 8).

S'agit-il d'un abandon intentionnel ou bien d'un accident ? Lors de la fouille il apparut que le galbord tribord était percé en trois endroits, la voie d'eau la plus grande mesurant jusqu'à 70 cm de long et 26 cm de large[18] (fig. 9). Ces ouvertures, non imputables à des actions anthropiques comme la construction des appontements qui, après l'ensevelissement du navire, en percèrent la coque, pourraient être le résultat d'une action intentionnelle visant à faire couler le bateau ou bien simplement être dues à l'extrême vétusté des structures qui, à un moment donné, cédèrent en se brisant.

13. Le relevé et l'élaboration des planimétries 2D ont été réalisés par les techniciens de la société Tecno In S.p.A. de Naples conduite par Luigi Amato.

14. Ce travail est l'œuvre des architectes Ida Calcagno et Stefania De Rosa de la Societé Calcagno Architetti Associati S.r.l.

15. Le relevé avec le *Cyrax* a été doublé d'un relevé avec un autre appareil laser, le *Minolta VI-900*, à plus haute définition. Toutefois, à cause du grand nombre des acquisitions générées et des difficultés rencontrées lors de leur récolement, l'expérience avec ce scanner ne fut pas jugée concluante et c'est seulement à partir du *Cyrax* que la documentation graphique a pu être élaborée (Boetto 2007).

16. Bruni 2000 et 2003 ; Camili 2002 et 2004 ; Camilli, Setari 2005 ; Camilli *et al.* 2006 ; Remotti 2012.

17. Treize couches de fibres de verre ont été nécessaires pour créer un moulage assez solide et capable de soutenir le poids du bois gorgé d'eau. La fibre de verre et la résine ont été apposées sur une couche de silicone couvrant le bois archéologique. Les portions de la coque étaient soutenues par des sangles accrochées au châssis lors des opérations de fouille et de relevé. Ensuite, les sangles furent substituées par des gabarits en bois qui furent ensuite englobés dans la fibre de résine.

18. Il s'agit de l'ouverture placée entre les varangues M28 et M25. Les deux autres ouvertures ont été repérées entre la varangue M36 et le demi-couple SO35t et entre les varangues M32 et M31 (long. 20 cm : larg. 11 cm) (fig. 9).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

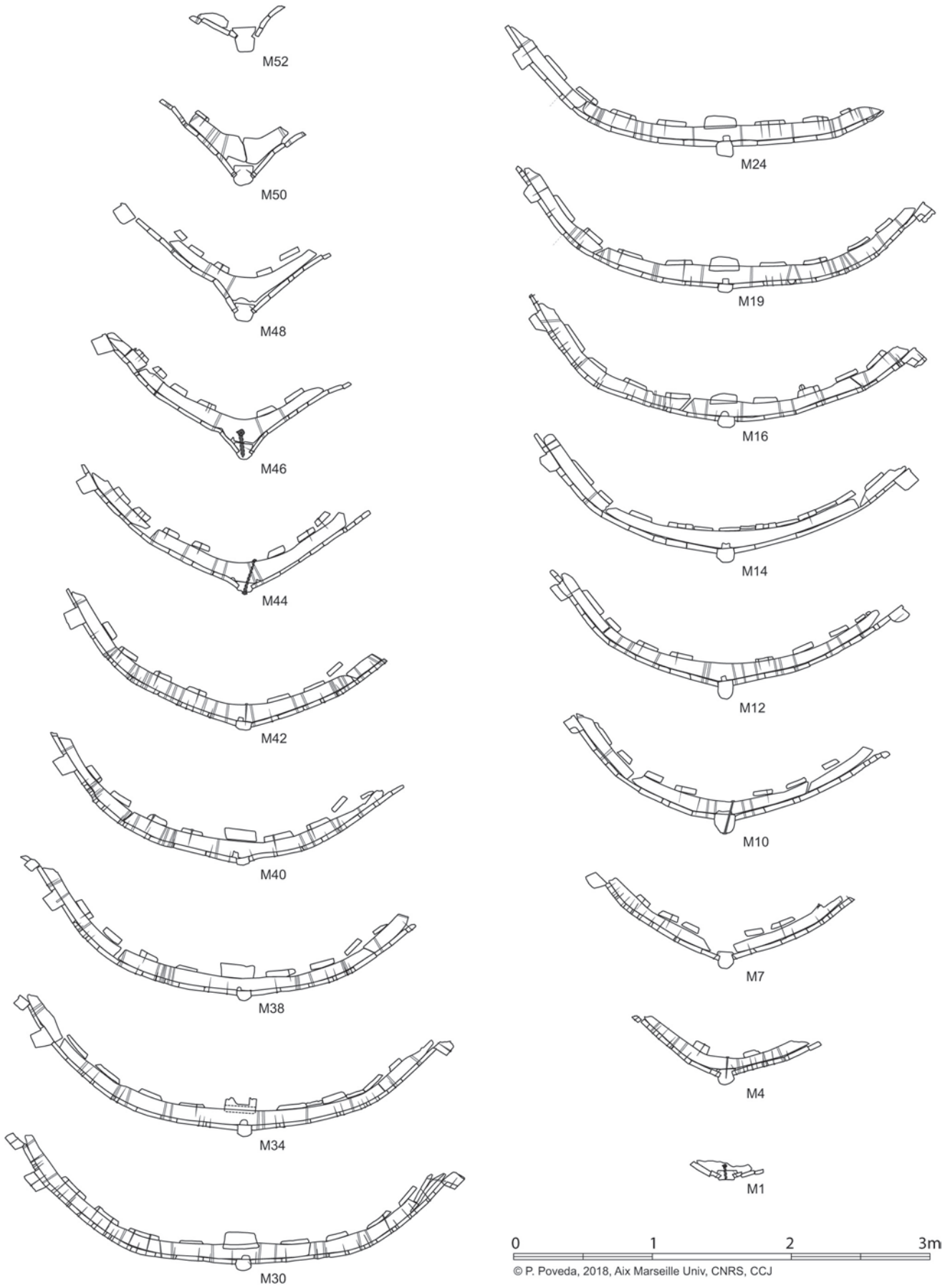


Fig. 8 : *Les sections transversales de l'épave* Napoli A *(relevé Tecno In et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 9 : *Vue de l'extérieur de la coque de la voie d'eau située entre le galbord et le ribord, flanc tribord (cliché G. Boetto).*

Fig. 10 : *Vue de la surface extérieure de la coque de* Napoli A *au niveau du flanc tribord : les languettes de liaison entre les virures du bordé sont bien visibles tandis que le bois est très rongé par les organismes xylophages (cliché G. Boetto).*

Cette seconde hypothèse semble pouvoir être confirmée par l'analyse des surfaces extérieures du bordé et de la quille. La surface extérieure des bordés, en particulier, apparaît parfois tellement rongée par les organismes xylophages que les languettes de liaison entre les virures, normalement invisibles car insérées dans l'épaisseur des planches, sont apparentes (fig. 10). La vétusté du bordé mais aussi les nombreuses réparations de typologie variée, dont il sera question dans la description des vestiges, témoignent d'une période de vie assez longue, ou tout du moins intense et traumatisante pour *Napoli A*. C'est donc un bateau usé et mal en point que l'on décida finalement d'abandonner dans le bassin portuaire à la fin du Ier siècle.

À cause des taux de sédimentation dans le bassin (Di Donato *et al*. 2018), l'œuvre vive fut recouverte assez rapidement tandis que les parties supérieures de la coque disparurent sous l'action des organismes xylophages[19].

On notera que les rares blocs de pierre dispersés sur le fond marin causèrent aussi des déformations de la carène comme cette bosse, visible sur le galbord bâbord vers l'avant, et située entre la varangue M44 et le demi-couple SO45b.

Au IIe s., les structures du navire désormais complètement ensevelies et invisibles sur le fond furent transpercées par quatre pieux[20] appartenant à deux appontements orientés selon un axe nord-est/sud-ouest (US1143 et US1144), pratiquement perpendiculaires au môle est-ouest (fig. 6 et 11).

DATATION

S'il est communément admis que *Napoli A* fut abandonné à la fin du Ier s. ap. J.-C., la date de construction du navire n'a pas encore été établie avec certitude. Nicoletta Martinelli et Olivia Pignatelli[21] ont réalisé l'analyse dendrochronologique couplée à une série de datations radiocarbone AMS (Spectromètre de Masse par Accélérateur) d'un petit nombre de pièces architecturales issues de l'épave[22]. Bien que les résultats obtenus posent un certain nombre de questions, il nous a paru intéressant de les présenter et de les commenter brièvement ici.

L'analyse dendrochronologique de huit pièces du vaigrage (quatre payols en sapin ; deux payols et deux serres en épicéa) n'a pas fourni de datation absolue (Pignatelli 2004, p. 34 et 37). En revanche, la courbe moyenne du sapin des quatre payols a pu être synchronisée avec les courbes moyennes des épaves *Pointe de Pomègues* et *Pointe du Brouil* (Martinelli, Pignatelli 2005, p. 20) dont les navires ont été datés par leur cargaison entre la fin du IIe et la première moitié du Ier s. av. J.-C. (Guibal 1998).

Les datations radiocarbone AMS réalisées sur la varangue M44 en chêne (*Quercus* sp. sez. *Robur*) et sur la serre Fi2At en pin (*Pinus* sp. cfr. *pinea* vel *halepensis*) ont fourni deux résultats distincts[23]. L'arbre ayant servi à confectionner la varangue aurait été abattu entre 161 av. J.-C. et 5 ap. J.-C. (95,4 % de probabilités[24]) tandis que l'arbre d'où provient la serre aurait été coupé entre 39 av. J.-C. et 68 ap. J.-C. (95,4 % de probabilités[25]).

Selon N. Martinelli et O. Pignatelli, la datation radiocarbone AMS de la varangue M44, qui s'accorde avec le résultat de la synchronisation de la courbe moyenne du sapin des épaves françaises, serait proche de la date de construction du bateau, soit entre 100 et 30 av. J.-C., tandis que la datation radiocarbone AMS de la serre Fi2At irait dans le sens d'une pièce architecturale postérieure, en relation avec des activités de réfection ou de réparation qui, par ailleurs, sont bien documentées sur *Napoli A*.

Cependant, puisque la réutilisation d'éléments issus d'autres embarcations est attestée sur l'épave, on peut aussi émettre

19. Rappelons qu'un certain nombre de fragments très dégradés furent mis au jour à l'intérieur de l'épave, tandis que d'autres furent retrouvés disloqués aux alentours lors des opérations de fouille des sections extérieures.

20. Il s'agit du pieu 399 appartenant à l'appontement placé au nord US1143, et des pieux 400, 401 et 402 appartenant à l'appontement méridional US1144.

21. Société Dendrodata s.a.s. de Vérone.

22. Nous tenons à remercier N. Martinelli et O. Pignatelli que nous ont transmis les deux relations inédites réalisées à l'occasion des travaux à Piazza Municipio.

23. N. Martinelli a réalisé en 2018 une nouvelle calibration des datations avec la courbe IntCal13 et le programme Oxcal 4.3.2.

24. Échantillon « Napoli 6 », code laboratoire Hd-24325, 2055±21 BP.

25. Échantillon « Napoli 5 », code laboratoire Hd-24323, 1978±20 BP.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 11 : *Vue de la troisième tranchée réalisée sous l'épave* Napoli A. *Près de la section de fouille, est visible le pieu 402 qui a transpercé la coque de côté tribord. La coque est maintenue par des sangles qui sont accrochées au cadre métallique entourant la motte de sédiments et l'épave (cliché G. Boetto).*

l'hypothèse que les payols en sapin et la varangue M44 sont des bois de remploi issus de bateaux plus anciens.

La longévité de *Napoli A* se trouverait ainsi réduite à un intervalle compris entre 50 et 100 ans, une durée importante, voire exceptionnelle si l'on considère la valeur la plus haute. Cette datation se situe bien au-delà de la durée de vie communément admise pour les navires antiques qui s'établirait autour de 30 ans au maximum (Pomey, Rieth 2005, p. 142).

Cependant, une durée de vie de 50 à 100 ans pour *Napoli A* nous paraît admissible, compte tenu du type de bateau à usage local voire régional, de l'évident niveau d'usure de la coque et de la présence de plusieurs réparations de type divers, sûrement réalisées à des moments différents.

DESCRIPTION DES VESTIGES ET FORME DE LA COQUE CONSERVÉE

L'épave est conservée sur une longueur maximale de 11,7 m, une largeur de 3,32 m et une profondeur de 88 cm (fig. 6 et 7).

Elle est composée d'une quille prolongée de deux brions à ses extrémités ; de onze virures à bâbord et neuf à tribord comprenant les préceintes basses et un niveau de préceinte supérieur côté bâbord et un grand nombre de réparations ; de cinquante membrures, composées de cent neuf éléments distincts ; d'une carlingue faisant office de massif d'emplanture ; de quatre serres formées par plusieurs bordages et placées de part et d'autre de l'axe central du bateau ; de vingt-sept vaigres mobiles ou payols et un taquet.

Fig. 12 : *Les planches posées sur le vaigrage de part et d'autre de la carlingue/emplanture du mât vues depuis l'arrière du bateau (cliché G. Boetto).*

Sept autres planches, parfois des simples fragments, ont aussi été retrouvées de part et d'autre de la carlingue/massif d'emplanture, sur le vaigrage de la zone arrière du navire (fig. 12). Tous ces éléments étaient recouverts par le lest. Rappelons que d'autres fragments en bois, peut-être des épontilles ou des barrots, proviennent du dégagement des couches sédimentaires qui couvraient le fond de carène.

En ce qui concerne sa forme générale, la coque présente une section transversale très arrondie au maître-couple (fig. 8) qui s'accompagne, d'un point de vue longitudinal, d'une quille relativement arquée qui se relève de manière plus élancée vers la poupe (fig. 7).

LA CHARPENTE AXIALE

Elle est constituée par trois éléments : la quille à proprement parler et les deux pièces de raccord (brions) avec l'étrave et l'étambot. Ces trois éléments sont assemblés entre eux par des écarts en trait de Jupiter.

La quille

Longue de 8 m et large entre 9,6 cm et 11 cm, elle présente une section rectangulaire avec des angles supérieurs chanfreinés afin d'accueillir les bords inférieurs des galbords. Il faut remarquer que l'épaisseur montre de grands écarts entre l'avant et l'arrière du bateau, avec des valeurs comprises entre 4,2 cm et 12,5 cm (larg. moyenne 6,8 cm) (fig. 7, 8 et 17). La valeur mineure (4,2 cm) correspond à une zone située juste à l'ouest de l'écart en trait de Jupiter unissant la quille et le brion d'étrave. Ici, la base de la quille est non seulement très érodée et abîmée par les tarets, mais elle semble avoir subi une abrasion mécanique qui pourrait être le résultat d'échouages répétés avec traction sur une plage ou sur un aménagement de rive en dur.

Les brions

Le brion d'étambot est conservé sur une longueur de 2,45 m et sur une largeur comprise entre 10 et 14,5 cm. L'épaisseur maximale au niveau de la varangue M6 mesure 13,5 cm.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 13 : *Le brion d'étrave depuis le sud-ouest (cliché G. Boetto).*

Fig. 14 : *Vue du côté tribord du brion d'étrave. L'assemblage des extrémités des virures dans la râblure est renforcé par une rangée de clous en alliage de cuivre (cliché G. Boetto).*

Fig. 15 : *Le trait de Jupiter unissant la quille et le brion d'étambot. Cet écart est verrouillé, au niveau de la varangue M10, par une broche en alliage de cuivre (cliché G. Boetto).*

Fig. 16 : *Vue de la face supérieure de la varangue M10, traversée par la broche en alliage de cuivre qui renforce le trait de Jupiter entre la quille et le brion d'étambot (cliché G. Boetto).*

Le brion d'étrave, en revanche, est conservé sur une longueur moindre (2,15 m) tandis que sa largeur s'établit entre 12,3 et 16,5 cm. L'épaisseur passe de 7 cm au niveau de la varangue M44, c'est-à-dire au niveau de l'écart en trait de Jupiter avec la quille, à 17 cm au niveau du demi-couple SO52b et SO52t (fig. 13 et 14).

Chacun des deux brions voit ses faces latérales creusées d'une râblure de section triangulaire et aux dimensions irrégulières (fig. 8). À l'arrière, cette râblure est large de 2/3 cm et profonde de 3/3,5 cm, tandis qu'à l'avant elle est large de 1,5 à 5,5 cm et profonde de 1,5 à 4,7 cm.

Les traits de Jupiter

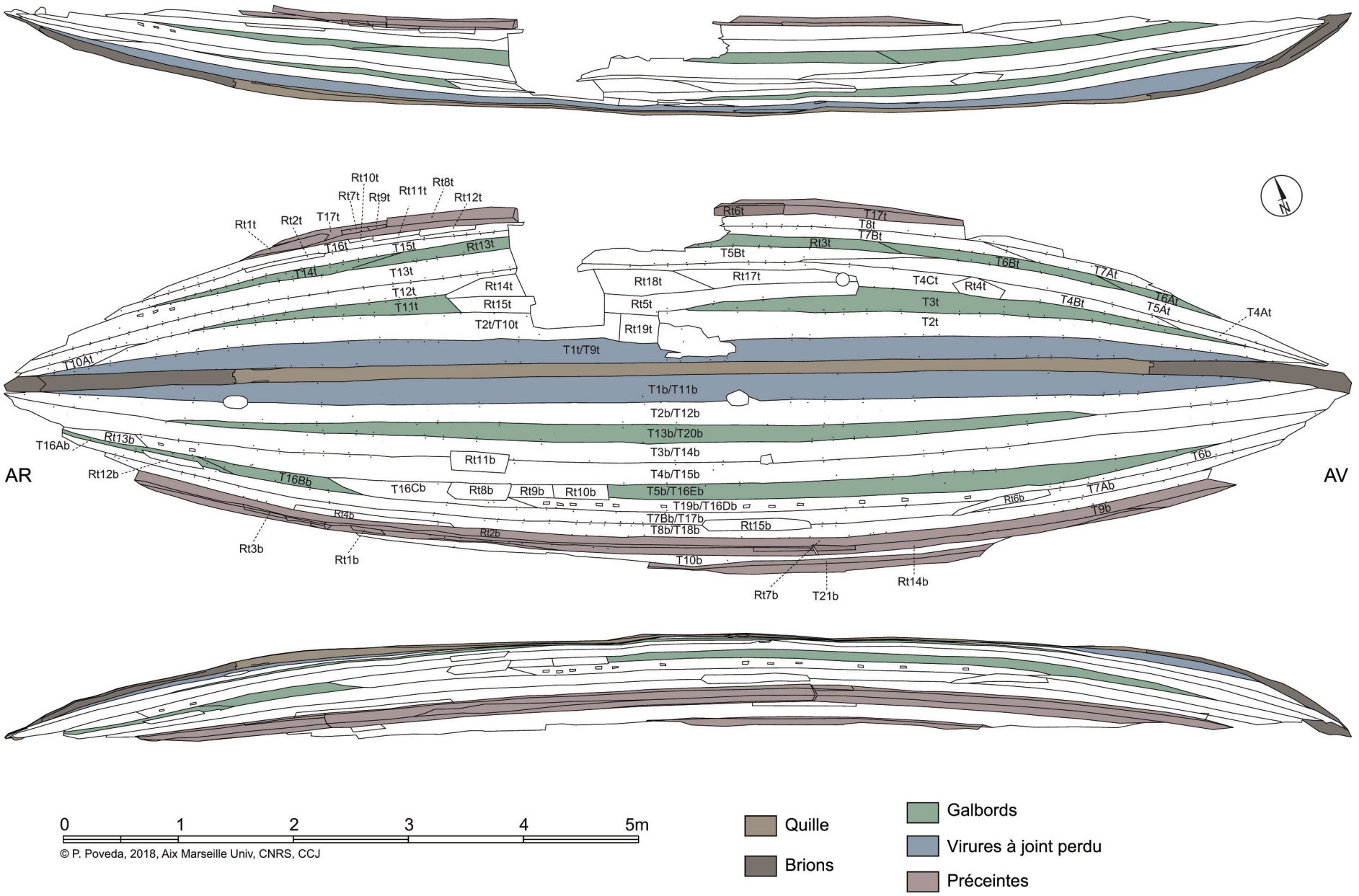
Le premier assemblage assure la liaison quille/brion d'étambot. Il mesure 31,5 cm de long, présente une clé horizontale de verrouillage et est traversé par une broche en alliage de cuivre. Cette même broche relie aussi la varangue M10 à la quille (fig. 7, 15 et 16).

Le deuxième trait de Jupiter, qui assemble la quille et le brion d'étrave, est plus court (22 cm) et est placé au niveau de la varangue M44 (fig. 7). Cet écart est aussi bloqué par une broche.

LE BORDÉ

Le bordé, simple, s'établit à franc-bord. Les virures sont reliées entre elles par un ensemble de clés insérées dans des mortaises percées dans l'épaisseur de chaque bordage. La plupart des tenons sont chevillés. Les deux flancs du bateau conservent les deux préceintes basses, tandis que seul le côté bâbord s'élève jusqu'à une deuxième préceinte supérieure (fig. 17 et 18).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART



© P. Poveda, 2018, Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ

Fig. 17 : *Plan du bordé de l'épave* Napoli A *avec les réparations face extérieure (relevé Tecno In et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 18 : *Les deux niveaux de préceintes conservées le long du flanc bâbord au niveau de la troisième tranchée de fouille (cliché G. Boetto).*

Fig. 19 : *Le fragment de bordage disjoint L19 avec ses assemblages à tenons et mortaises (cliché G. Boetto).*

Les galbords, les autres virures et les préceintes

La coque compte deux galbords (T1b/T11b et T1t/T9Bt) formés par un seul bordage d'une largeur maximale de 22/23 cm, neuf virures du côté tribord composées de 14 planches et onze virures bâbord formées par onze bordages. Tous ces bordages sont larges entre 9 et 28 cm (en moyenne 16,7 cm) et épais de 3 à 3,5 cm (moyenne de 3,2 cm). De nombreux joints obliques sont observables sur les différentes virures et certaines d'entre elles se terminent en joints perdus vers les extrémités (fig. 17).

Les deux préceintes basses (T9b et T17t) révèlent des sections en L, avec un petit rehaussement sur la face supérieure, haut de 1,4 cm et d'une largeur équivalente à celle du bordé (de 2,7 à 3,2 cm) (fig. 8). Leur largeur maximale est de 14 cm pour une épaisseur de 11/12 cm.

Un deuxième niveau de préceinte est conservé seulement à bâbord (T21b). Cette virure a une section rectangulaire et présente des dimensions légèrement inférieures par rapport aux préceintes basses (larg. 11,5 cm ; ép. 5,5 cm) (fig. 8). Il s'agit d'une préceinte de transition, d'autres renforts longitudinaux étant vraisemblablement placés dans la partie non conservée

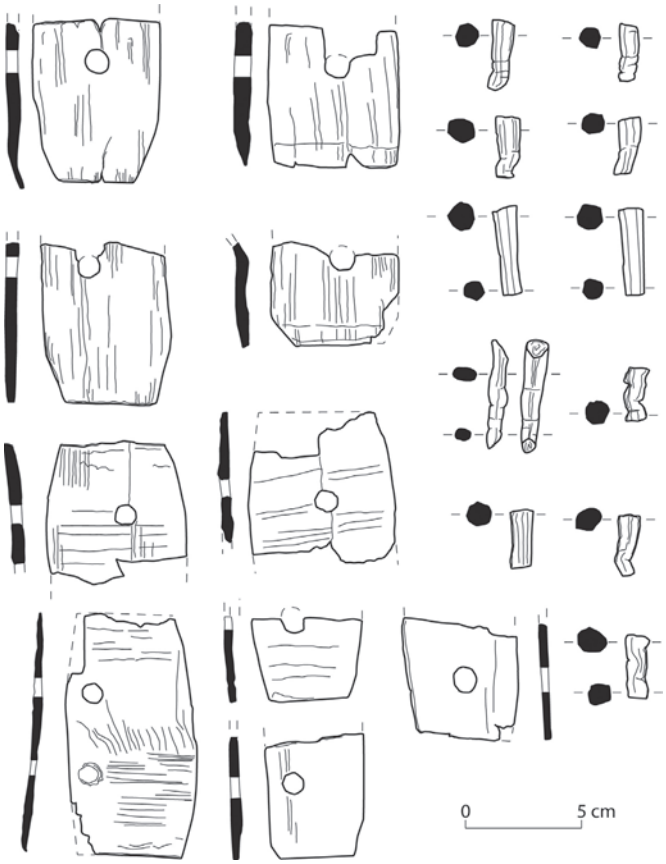


Fig. 20 : *Tenons et chevilles provenant de l'épave* Napoli A *(dessin G. Boetto).*

des murailles. Le long du bord supérieur de cette pièce, une ligne tracée à la pointe sèche lors de la construction a été observée. Elle correspond à l'épaisseur (2,7 cm) de la virure adjacente supérieure qui pour autant ne s'est pas conservée.

Enfin, si l'on observe le plan du bordé en faisant abstraction des nombreuses réparations, celui-ci semble assez symétrique, alternant deux virures allant d'une extrémité à l'autre sans joints obliques et une virure à joints perdus aux deux extrémités (fig. 17).

Les assemblages bordé/charpente axiale et les assemblages entre virures

La quille, les galbords et les autres virures du bordé sont assemblés par un dense réseau de mortaisage avec des tenons bloqués par deux petites chevilles (fig. 8, 19 et 20). Au niveau des brions, les extrémités des galbords et des autres virures sont ultérieurement bloquées par des clous en alliage de cuivre chassés de l'extérieur (fig. 14).

En ce qui concerne les dimensions des assemblages[26], les languettes sont larges en moyenne de 5,1 cm (entre 4,5 et 5,7 cm), épaisses de 0,47 cm (entre 0,15 cm et 0,7 cm), longues de 12 cm (entre 10,5 et 14,4 cm).

26. Ces dimensions ont été prises seulement dans les zones accessibles de la coque (périmètre, bord supérieur des virures et des préceintes, non couvertes par la charpente transversale et par la charpente longitudinale interne) ou bien sur les fragments déplacés du bordé. Lors du dégagement de la face extérieure de la coque, les tenons apparents à cause de l'érosion superficielle ont pu aussi être mesurés.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Elles s'insèrent dans des mortaises ayant un écart moyen de 7 cm (entre 4 cm et 12 cm) et dont les dimensions moyennes sont légèrement supérieures à celles des tenons (larg. 6 cm ; ép. 0,64 cm ; prof. 6,38 cm). Le rapport entre espacement moyen et largeur des mortaises est serré (1,16 cm[27]).

Les chevilles sont espacées en moyenne de 14 cm (mesures allant de 9 cm à 28 cm) et présentent des diamètres externes de 0,92 cm (entre 0,6 cm et 1,2 cm) et des diamètres internes de 0,81 cm (entre 0,5 cm et 0,7 cm), ce qui plaide en faveur d'une direction d'insertion de ces éléments de blocage depuis l'extérieur de la coque. On a aussi observé que les pointes de certaines chevilles chassées de l'extérieur n'avaient pas été retaillées, mais qu'elles dépassaient la face intérieure des bordages.

Pour ce qui est du sens d'insertion du chevillage, il faut aussi remarquer que, ayant eu la possibilité d'analyser presque toute la surface extérieure de la coque, nous disposons de beaucoup plus de mesures de diamètres externes que de diamètres internes des chevilles. En revanche, l'accès aux chevilles côté interne a été limité par la présence des membrures et de la charpente longitudinale interne.

LA CHARPENTE TRANSVERSALE

Le fond de carène *Napoli A* compte 52 emplacements de membrures dont 50 sont conservées (fig. 21). Cette charpente transversale, dont les nombreux éléments qui la composent (109) sont indépendants, se présente sous la forme d'une alternance varangue/demi-couple aux extrémités et d'une série de membrures qui croisent la quille en son milieu (entre les couples M14 et M40) c'est-à-dire au niveau de la carlingue/massif d'emplanture (fig. 7 et 21). Cette disposition correspond très certainement à un désir de renforcer la charpente transversale dans cette zone qui est soumise à d'importantes sollicitations mécaniques.

L'expression générique de « membrure qui croise la quille » embrasse ici deux types de membrures (fig. 21) : des varangues, c'est-à-dire des éléments transversaux dont les deux branches de part et d'autre de la quille sont à peu près symétriques, et qui sont prolongées par des allonges placées au niveau du bouchain, et des demi-couples outrepassés correspondant à des demi-couples où l'une des deux branches croise la quille et se termine au maximum près du ribord (SO15t, SO16t, M17, M23, SO35t et SO39b).

Les varangues présentent une section quasiment rectangulaire, moins large (larg. moyenne 9,6 cm ; entre 8 cm et 15 cm) que haute (11,3 cm en moyenne). La hauteur s'agrandit vers la proue et passe de 8 cm à 18 cm. Les demi-couples et les demi-couples outrepassés sont moyennement moins hauts (haut. moyenne 8,63 cm ; entre 6 cm et 12 cm) et plus étroits (larg. moyenne 9,43 cm ; en moyenne entre 7 cm et 13 cm). Les allonges, enfin, présentent une section presque quadrangulaire (larg. moyenne 8,48 cm, entre 7 cm et 10 cm ; haut. moyenne 8,8 cm, entre 6 cm et 12,5 cm).

Enfin, la maille[28], équivalente à la distance entre les couples, est relativement dense car elle s'établit en moyenne à 12,26 cm (entre 6 et 17 cm), soit un peu plus que la largeur moyenne des couples (9,2 cm) (fig. 22).

Anguillers

Les passages pour la circulation de l'eau de sentine sont placés le long de l'axe de la quille, entre M17 à M42 (fig. 8). De forme rectangulaire, ils sont larges de 4,4 cm et hauts de 3,2 cm en moyenne (fig. 23). Vers l'avant, les anguillers, de forme triangulaire, sont placés de part et d'autre de la quille (fig. 23). À l'arrière, en revanche, comme la base des varangues est encastrée à mi-bois sur le dos de la quille, l'espace vide entre cette dernière, les galbords et les varangues permet une circulation aisée de l'eau de sentine.

Assemblages avec la charpente axiale

Ils sont au nombre de sept et sont de deux types : broches en alliage de cuivre chassées de la base de la quille et simples clous en fer enfoncés soit par le dessus des varangues, soit obliquement par leurs faces latérales (fig. 21). Ce type de liaison est tout à fait original et pourrait se référer à une pratique de chantier.

La broche qui enserre la varangue M10 et la quille au niveau de l'écart avec le brion d'étambot présente une tête proéminente (diam. 3 cm) à la base de la quille (fig. 15). Elle traverse la varangue et est visible sur le dos de celle-ci (diam. 3,2 cm) (fig. 16). La broche située au niveau de l'écart quille/brion d'étrave enserre la varangue M44 et est à tête perdue.

Le clouage a été observé sur six varangues, la présence du massif d'emplanture n'ayant pas permis de vérifier la présence d'autres assemblages sous celui-ci. Sur M1 et M46, les clous sont obliques. Dans le premier cas, le clou a été chassé depuis la face orientée vers l'avant (diam. tête 2,2 cm ; tige 0,8 cm de côté) tandis que dans le deuxième cas l'enfoncement s'est fait à partir de la face latérale arrière. Les quatre autres varangues, M4, M6, M8 et M42, portent un clouage perpendiculaire à la quille. Dans tous les cas, ces clous sont à pointe perdue.

Assemblages avec le bordé

Les membrures sont assemblées au bordé par des gournables légèrement tronconiques à section polygonale (fig. 8 et 23). Ces assemblages sont insérés depuis la face extérieure du bordé (diam. ext. 1,7/1,9 cm ; diam. int. 1,4/1,5 cm).

L'assemblage membrure/bordé comporte aussi l'emploi de clous en alliage de cuivre. Leurs têtes, de forme globulaire, sont très concrétionnées (diam. tête 2,4 cm ; tige 0,6 cm de côté) (fig. 18). Les clous sont du type à pointe perdue ou, plus rarement, à pointe rabattue[29].

Le long du côté bâbord, au niveau du bord supérieur de la serre Fi4Ab, des gros clous (diam. tête 3,5/4 cm), enfoncés de l'intérieur de la coque, ont été utilisés pour assembler certains éléments de la charpente transversale au bordé[30] (fig. 24). Il est curieux que ce type d'assemblage ne soit pas présent côté tribord.

27. On peut considérer qu'un rapport écartement des mortaises/largeur des mortaises inférieur ou égal à 1 est très serré ; un rapport compris entre 1 et 2 est serré et un rapport supérieur ou égal à 2 est moyennement serré.

28. Le rapport entre la maille et la largeur moyenne des membrures est de 1,33, donc moyennement serré. On peut considérer qu'un rapport maille/largeur des membrures inférieur à 1 est très serré ; un rapport égal à 1 est serré ; un rapport compris entre 1 et 2 est moyennement serré ; un rapport compris entre 2 et 2,5 est faiblement serré ; un rapport supérieur à 2,5 est écarté.

29. Cette caractéristique est déduite de l'observation de tiges de clous sectionnés sur le dos des membrures.

30. Il s'agit de la varangue asymétrique M17 et des allonges S18b, S19b, S20b, S24b et S25b. Sur les allonges S27b et S33b et sur le demi-couple outrepassé SO39b, les têtes ne sont plus conservées.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

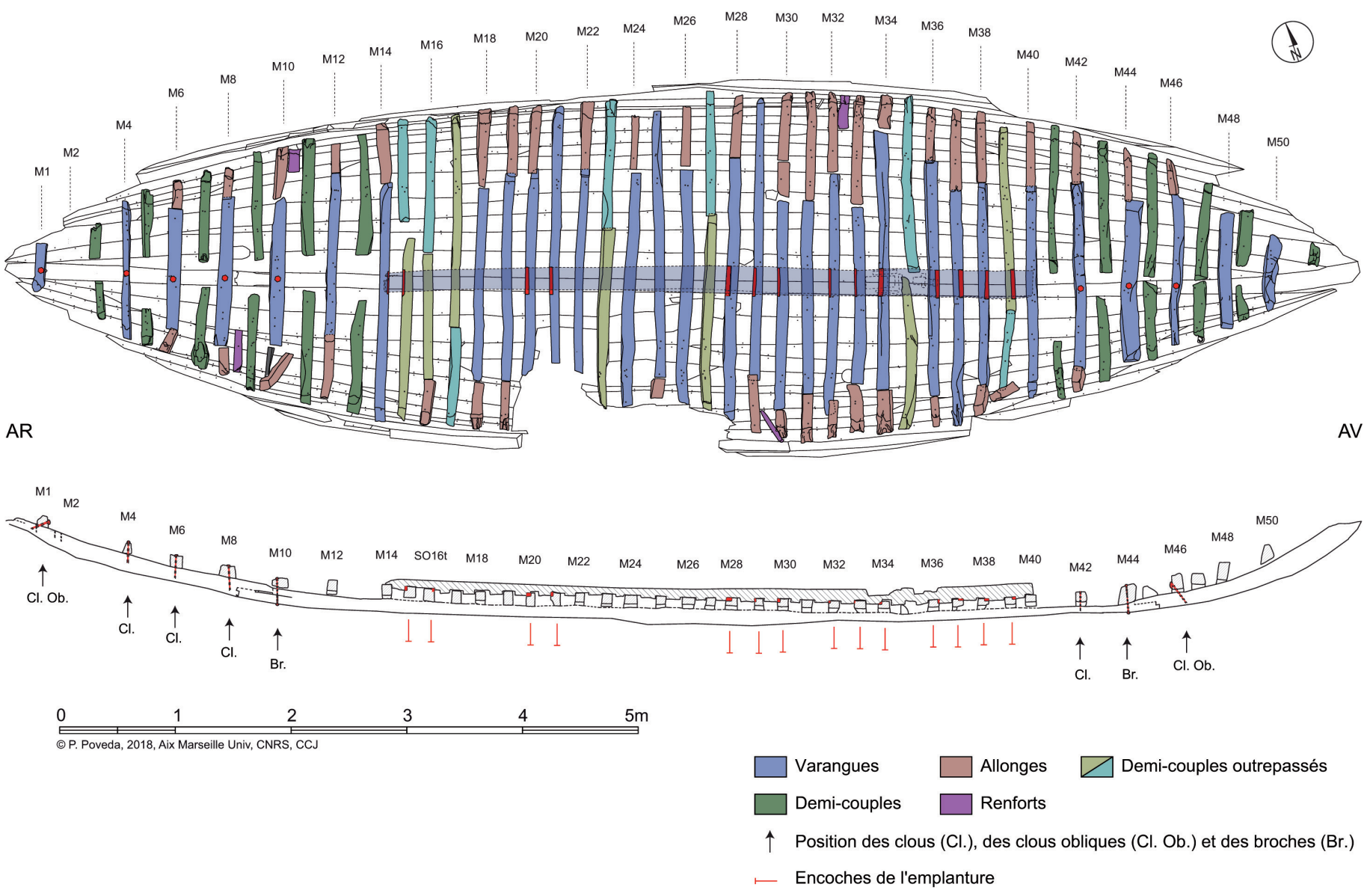


Fig. 21 : *Plan de la charpente transversale de l'épave* Napoli A *(relevé Tecno In. e et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda). La distribution des liaisons unissant les varangues à la charpente axiale ainsi que le positionnement des encoches sur le dos des varangues pour l'encastrement de la carlingue/emplanture du mât sont indiquées.*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

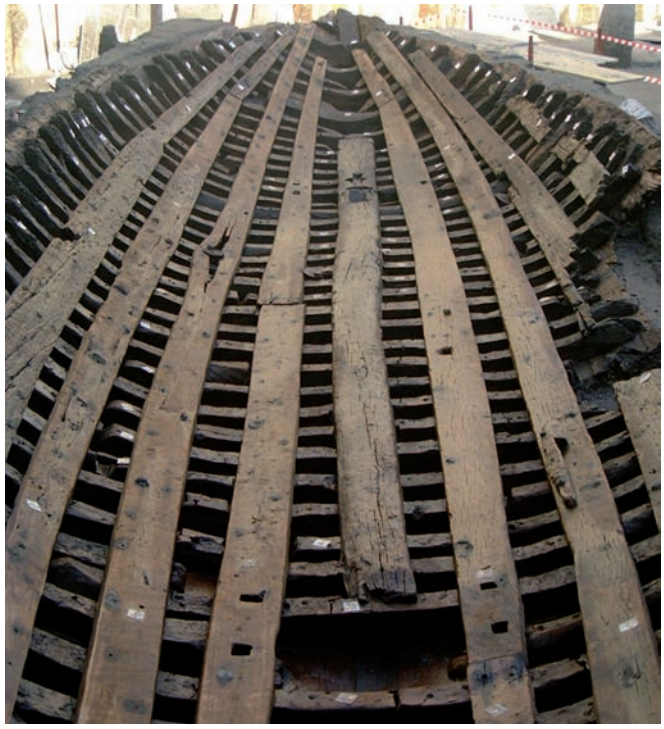


Fig. 22 : *Vue depuis le nord-est de l'épave après le démontage des payols, les serres et la carlingue/emplanture du mât sont en place. La maille est relativement dense (cliché G. Boetto).*

Fig. 23 : *Vue de la face arrière des varangues M42 (au premier plan) et M44. La base de M42 est percée d'un anguiller rectangulaire situé au niveau de la quille, tandis que M44 présente deux anguillers triangulaires au niveau des galbords qui amorcent ici la remontée vers la proue (cliché G. Boetto).*

Fig. 24 : *Les trois grosses têtes de clous en alliage de cuivre traversant l'extrémité supérieure conservée des allonges S18b, S19b et S20b, côté bâbord au niveau de la serre Fi4Ab (cliché G. Boetto).*

Les encoches pour l'encastrement de la carlingue

L'angle supérieur de quatorze membrures, douze varangues et deux demi-couples outrepassés est entaillé d'encoches permettant l'encastrement de la carlingue/massif d'emplanture du mât (fig. 21 et 26). Légèrement plus larges par rapport à la largeur de cet élément axial (largeur allant de 19,5 cm à 26 cm), elles sont profondes en moyenne de 3,1 cm (entre 2,5 cm et 3,7 cm) et larges de 2,5 cm (entre 1,2 cm et 4 cm). L'orientation est variable, tantôt vers l'avant, tantôt vers l'arrière (fig. 21).

Les renforts

Quatre pièces, clouées au bordé, semblent avoir été placées en renfort ou en réparation de la membrure. Larges en moyenne de 8,9 cm et épais de 8 cm, ces éléments se retrouvent généralement à côté des extrémités supérieures des membrures et ne présentent pas d'assemblages avec ces dernières (fig. 21).

LA CHARPENTE LONGITUDINALE INTERNE

La charpente longitudinale interne se compose d'une carlingue qui fait office de massif d'emplanture du mât (fig. 6 et 25) et d'une série de serres fixées par des clous à la charpente transversale, et intercalées de vaigres mobiles (fig. 7). Un niveau de planches est aussi présent supérieurement, de part et d'autre de la carlingue/massif d'emplanture (fig. 12).

La carlingue/massif d'emplanture

Cette pièce, parallèle à la quille, mesure 5,63 m de long, 24 cm de large vers l'avant et 20,5 cm vers l'arrière. L'épaisseur s'établit entre 9 et 12,5 cm (fig. 22).

La face inférieure est entaillée de plusieurs creusements rectangulaires larges entre 8 et 13 cm et hauts de 2,8 cm en moyenne (entre 2 cm et 4,5 cm), destinés à permettre son encastrement sur le dos des membrures (de M14 à M40) (fig. 7 et 25).

Le dos est également creusé de plusieurs mortaises, dont la plus grande (long. 25,4 cm ; larg. 10 cm ; prof. 6 cm) est destinée à accueillir le pied de mât au niveau du couple M34. On notera que cet encastrement présente un pan incliné en direction de la proue pour abattre le mât (fig. 26).

L'emplanture est encadrée par des mortaises allongées à section triangulaire. Les deux encoches latérales mesurent 20 cm de long, 3 cm de large et sont profondes de 1,5 cm. La troisième est située légèrement en avant (long. 14 cm ; larg. 2,3 cm ; prof. 1,8 cm). Toutes ces flasques servaient à loger le fourreau d'étambrai qui encadrait la base du mât.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

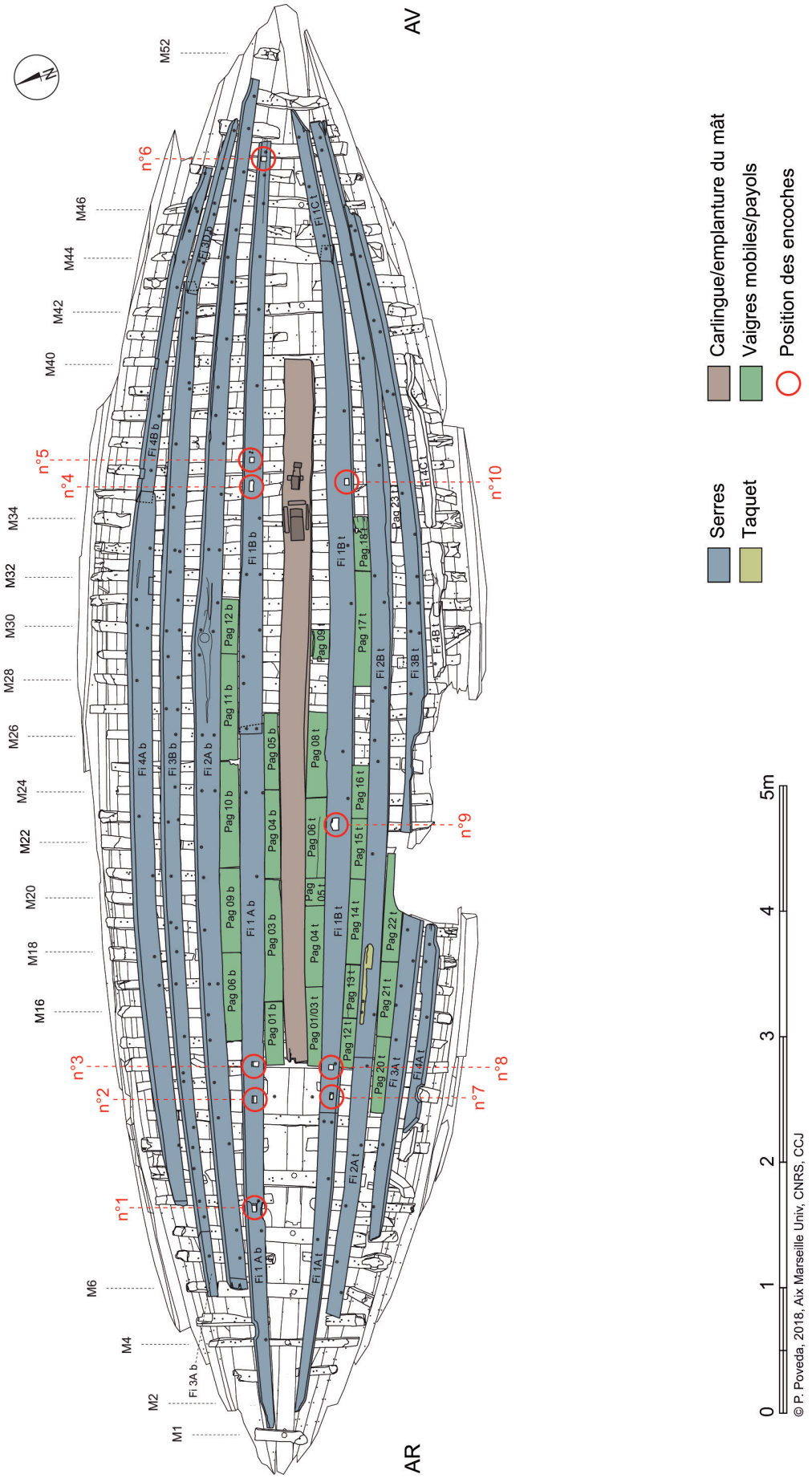


Fig. 25 : *Plan de la charpente longitudinale interne et position des encoches et mortaises relevées sur les serres (relevé Tecno In. e et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 26 : *Vue depuis nord-ouest des encoches présentes sur la face supérieure de la carlingue/massif d'emplanture du mât. L'encoche plus grande, en premier plan, était destinée à accueillir le pied du mât. Elle est entourée d'entailles pour le logement du fourreau d'étambrai (cliché G. Boetto).*

Fig. 27 : *Détail d'un assemblage de deux bordages composant une serre. Les extrémités sont ajustées l'une sur l'autre, puis fixées sur la membrure par deux clous en fer (cliché G. Boetto).*

Enfin, nettement déplacée de 15 cm vers la proue, on note une autre mortaise d'aspect vaguement cruciforme (long. 21,7 cm ; larg. max 12,7 cm ; prof. de 4 à 5,8 cm) qui devait loger un montant vertical faisant partie du système de support du mât (fig. 26).

Les serres

On dénombre au total huit serres, composées chacune de plusieurs bordages (10 à tribord et 9 à bâbord) et conservées sur une longueur totale supérieure à 10 m. Réparties symétriquement de part et d'autre de l'axe de quille, elles sont assemblées régulièrement à la membrure par le biais de clous en fer simples ou bien accouplés (diam. tête moyen 2,7 cm ; larg. 0,7/0,8 cm de côté) (fig. 7, 22 et 25).

Les divers bordages formant une même virure sont unis par des écarts plats, bloqués par deux clous horizontaux (fig. 27). La forme de ces écarts permet de restituer leur ordre de mise en œuvre. La longueur de ces bordages est très variable et s'établit entre 53 cm (Fi3Ab) et 9,82 cm (Fi2Ab). Leur largeur moyenne est de 16,85 cm (entre 9 et 21 cm) tandis que l'épaisseur varie entre 2,4 et 5 cm, pour une moyenne de 3,46 cm.

Les encoches

Les serres sont percées par une dizaine de mortaises de section rectangulaire ou carrée (fig. 25 et tableau 1).

Tableau 1 : Mesures et positions des encoches sur les serres.

	Serre	Position	Long.	Larg.
1	FiAb	à l'ouest de SO9b	5,5	4
2	FiAb	entre M12 et SO13b	5,4	4,4
3	FiAb	M14	3,5	6
4	FiBb	à l'est de SO35b	8,5	4
5	FiBb	à l'est de M36	4,7	4
6	FiBb	à l'ouest de M48	3,5	3
7	FiBt	à l'ouest de SO9b	–	–
8	FiBt	M14	–	–
9	FiBt	M23	8,5	3,3
10	FiBt	à l'est de SO35t	4,9	3,3

Fig. 28 : *Vue depuis l'est de l'espace entre les deux serres de fond Fi1At et Fi1Ab et les deux varangues M12 et M14. Des clous, visibles en section sur les galbords, devaient fixer la base de la caisse de la pompe de sentine qui a été probablement récupérée (cliché G. Boetto).*

Quatre d'entre elles (tableau 1, encoches 2, 3, 7 et 8) indiquent à n'en pas douter l'emplacement de la pompe de cale entre les varangues M12 et M14 et aux alentours des demi-couples SO13b et SO13t (fig. 25 et 28). Cette pompe devait être similaire à celles connues sur d'autres voiliers antiques de Méditerranée (Carre, Jézégou 1984 ; Carre 2007). On notera, cependant, qu'aucune pièce du mécanisme n'a été découverte lors de la fouille. La récupération de ce dispositif lors de l'abandon du bateau pour un remploi sur une autre embarcation est donc envisageable, compte tenu de sa valeur.

L'emplacement de la pompe de cale, dans l'espace entre les varangues M12 et M14, se trouve aussi conforté par la présence de deux clous traversant le bordé et placés de part et d'autre de la quille, sur l'alignement des demi-couples SO13b et SO13t.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 29 : *Détail de la mortaise visible sur la serre de remploi Fi3At (cliché G. Boetto).*

Ces assemblages devaient fixer la base de la caisse qui encadrait la pompe.

Les trois mortaises placées au niveau de l'encoche cruciforme de la carlingue/massif d'emplanture (fig. 25 et tableau 1, encoches 4, 5 et 10) peuvent être rattachées à des épontilles soutenant un barrot de pont sur lequel viendrait s'appuyer le mât par le biais de l'étambrai (cf. *infra* la restitution).

Enfin, les trois autres mortaises repérées (fig. 25 et tableau 1) sont difficilement rattachables à une fonction précise au sein de la structure de *Napoli A*. Comme on le verra dans le paragraphe suivant, il n'est pas à exclure qu'elles puissent témoigner d'un remploi de planches provenant d'autres structures, peut-être d'autres embarcations.

Une attestation de remploi

Trois bordages (Fi3At/Fi3Bt[31], Fi3Cb et Fi1At) formant une virure de vaigrage présentent le long du bord inférieur des assemblages du type à « tenon et mortaise » (fig. 29 ; tableau 2). Ces assemblages n'ont aucune fonction car les serres sont des virures simplement clouées sur la membrure pour rigidifier longitudinalement la coque et protéger avec les vaigres mobiles le fond de carène du chargement. Il s'agit donc de planches de remploi, provenant du bordé d'un autre bateau. Cette pratique du remploi n'est pas inconnue dans la construction navale antique et peut intéresser divers éléments de la coque. En particulier, des serres portant des assemblages du type à « tenon et mortaise » ont été identifiées sur l'épave romaine *Caska 2* découverte sur l'île de Pag en Croatie (Boetto, Radić Rossi 2017) et sur l'épave de l'Antiquité tardive de Mandirac à Narbonne (Jézégou 2014, p. 114-115 ; Sanchez *et al.* 2014). Le remploi de membrures est attesté sur l'épave de bateau cousu d'époque romaine *Pula 1* découverte dans le port antique de la colonie de Pola en Istrie (Boetto *et al.* 2017).

31. Nous avons attribué deux numéros différents à deux morceaux appartenant vraisemblablement à la même serre qui a été brisée par la pompe d'aspiration des eaux du chantier.

Fig. 30 : *Les payols portant des sillons creusés par une scie (clichés G. Boetto).*

Tableau 2 : Dimensions des assemblages repérés dans les bordages réutilisés comme serres.

	Mortaise				Cheville	
Serre	**larg.**	**ép.**	**prof.**	**écart**	**diam.**	**écart**
Fi3At/ Fi3Bt	6,33 (entre 5 et 8)	0,6 (entre 0,5 et 0,7)	4,5 (entre 4 et 5,5)	21,6 (entre 18 et 36)	1 (entre 0,7 et 1,5)	21,4 (entre 23 et 42,5
Fi3Cb	6,87 (entre 5,7 et 7,5)	0,63 entre 0,5 et 0,75)	–	26,5 (entre 13,5 et 52)	1,13	23 et 28,5
Fi1At	6	0,9	4	20 et 29		

Les vaigres mobiles ou payols

Entre les serres sont placées des vaigres mobiles (ou payols) dont 27 ont été retrouvées en place (18 à tribord et 9 à bâbord). Ces planchettes présentent des longueurs allant de 21,3 cm à 92 cm, une largeur moyenne de 14,3 cm (entre 11 cm et 18 cm) et une épaisseur moyenne de 2,4 cm (entre 0,9 cm et 3,7 cm) (fig. 6,7 et 25).

Privées d'assemblages avec la membrure, elles pouvaient être retirées afin d'inspecter les fonds du bateau. Les côtés longs sont biseautés, ce qui confère à ces éléments une section trapézoïdale apte à bien les encastrer entre les serres.

Sur cinq de ces vaigres mobiles sont présents des sillons épais et profonds (0,5 cm), produits par l'action d'une scie (fig. 30). Il est probable que ces planchettes ont pu servir d'appui lors de la coupe d'autres pièces en bois, vraisemblablement sur le chantier de construction.

La deuxième couche de vaigres

D'autres planches, de forme irrégulière, couvraient partiellement les serres et les vaigres mobiles au centre du bateau, de part et d'autre de la carlingue/emplanture du mât (fig. 12).

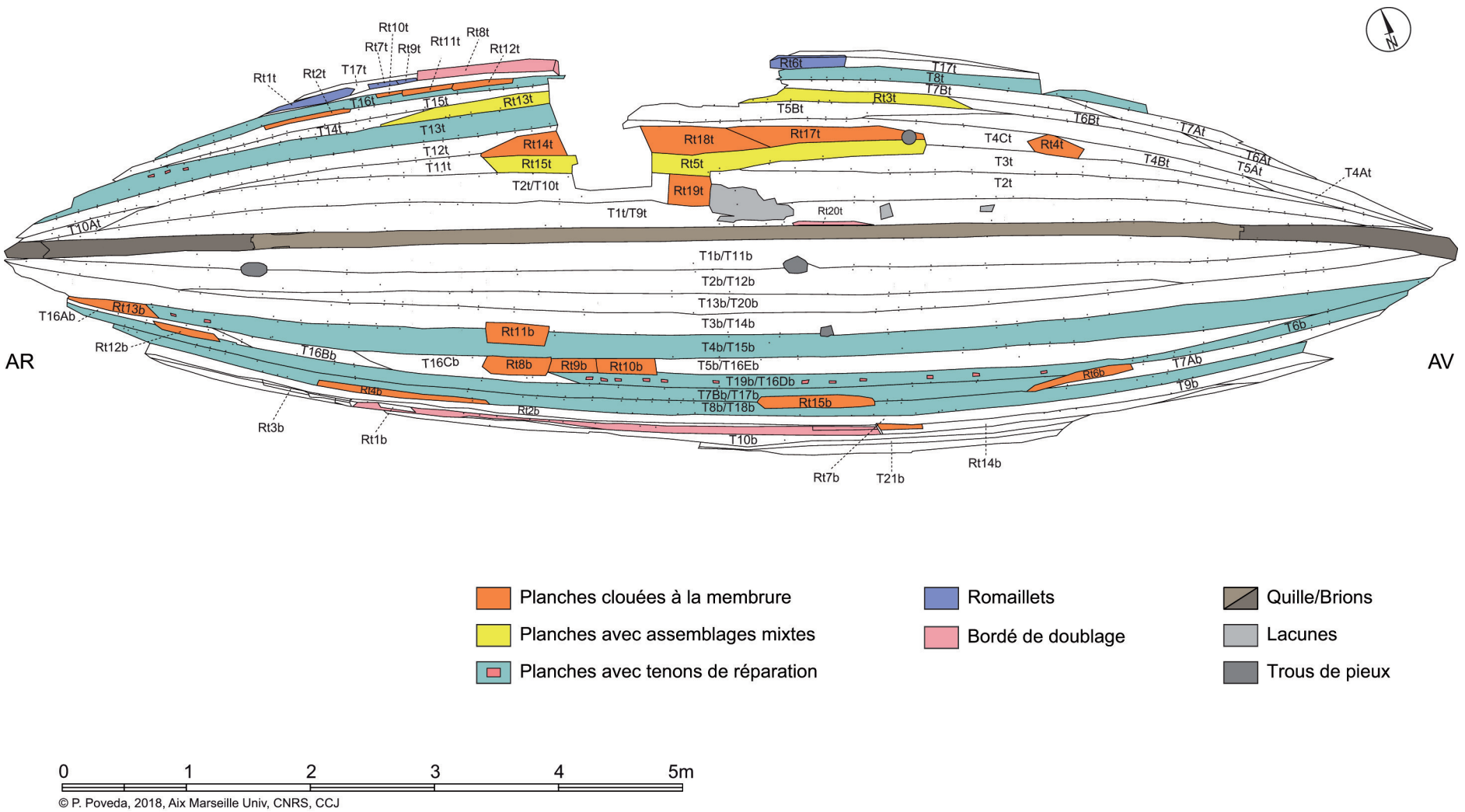
Les dimensions sont variables avec des longueurs comprises entre 61 cm et 1,83 m, des largeurs allant de 9 cm à 25,5 cm et une épaisseur moyenne de 2,5 cm. Certaines portent des traces d'un clouage en fer qui cependant n'assurait pas la liaison avec les éléments sous-jacents. Cette caractéristique ainsi que leur forme irrégulière fait penser à des pièces de remploi.

LES RÉPARATIONS DU BORDÉ

De très nombreuses réparations ont pu être observées sur la coque tant au niveau du bordé (26) que des préceintes (9). Ces réparations sont de plusieurs types (fig. 31) :

– des planches clouées à la membrure ;

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART



© P. Poveda, 2018, Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ

Fig. 31 : *Plan de distribution des réparations du bordé face extérieure (relevé Tecno In. e et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 32 : *Détail de deux tenons de réparations inséré dans un bordage à partir de l'intérieur de la coque. On note des résidus de la poix utilisée pour étanchéifier l'assemblage (cliché G. Boetto).*

Fig. 33 : *La planche de réparation Rt5t (cliché G. Boetto).*

– des tenons de réparation ;
– des planches avec des assemblages mixtes ;
– des doublages ;
– des romaillets.

Les planches clouées

Elles sont au nombre de 18 (11 à bâbord et 7 à tribord) (fig. 31). Leurs formes sont variables (quadrangulaires, polygonales, rectangulaires) et montrent que ces éléments ont été coupés en fonction des dimensions et de la forme de la voie d'eau à réparer. Les bords de ces planches de réparation sont biseautés pour mieux les encastrer à leur emplacement.

Les tenons de réparation

Seules quatre virures présentaient des tenons de réparation (trois à bâbord[32] et une à tribord[33]) (fig. 31 et 32). Il s'agit dans la plupart des cas de tenons insérés depuis la face intérieure du bordé, à l'exception du bordage T19b/T16Db où la réparation s'est faite de l'extérieur de la coque. Il est intéressant de noter que les tenons de réparation internes peuvent être recouverts par la membrure (notamment l'allonge S6b et le demi-couple SO9t). Cela démontre, assez logiquement, que ces éléments transversaux ont dû être retirés afin de réaliser le radoub. On peut se demander si, une fois la réparation réalisée, c'est la même pièce de membrure qui a été replacée ou bien si elle a été substituée. Des tenons de réparation munis de chevilles obliques de blocage ont été observés aussi sur la préceinte T17t.

Sur leurs extrémités arrières, les bordages T4b/T15b et T13t montrent deux ou trois tenons de réparations qui ont été chassés de la face extérieure du bordé. Dans ce cas, il s'agit de réparations ponctuelles et non pas d'une substitution complète d'un bordage.

Les mortaises dans lesquelles sont insérés les tenons mesurent en moyenne 4,7 cm de long (entre 3 cm et 6 cm) et 2,45 cm de large (entre 1,5 cm et 4 cm), et sont écartées de 9,5 cm (entre 6,5 cm et 14 cm). Des espacements plus importants ont été relevés sur T19b/T16Db et pourraient être imputables à des difficultés de repérage des assemblages lors de l'étude. Les encoches sont généralement quadrangulaires ou rectangulaires. Ne sont pas rares, toutefois, les formes trapézoïdales, voire plus irrégulières. Pratiquées à environ 4/5,5 cm du bord, ces mortaises, une fois la réparation réalisée, sont bouchées avec de la poix ou du mastic afin de garantir l'étanchéité de la coque.

Les planches avec des assemblages mixtes

Deux bordages présentent des assemblages à tenons chevillés seulement sur leur bord inférieur (Rt15t/Rt5t et Rt13t/Rt3t) (fig. 31 et 33). Le bord supérieur ne présente aucun assemblage interne, la tenue étant assurée seulement par le clouage (par gournables et clous) à la membrure.

Les planches de doublage

Un seul fragment d'une planche de doublage (Rt20t) a été repéré au niveau du galbord tribord et de la quille. Conservé sur 70 cm, large de 6 cm et épais de 1 cm, il a été cloué sur la coque dans une zone stratégique du fond de carène.

En revanche, le doublage est très répandu sur les préceintes après recoupement de la partie abîmée (fig. 8 et 31). Dans ces cas, des pièces de doublage d'une longueur plus ou moins importante ont été clouées à la préceinte afin de récréer l'épaisseur d'origine[34] (fig. 34). Rt8t, doublage de la préceinte T17t, a recouvert les romaillets Rt9t, Rt1t et Rt7t. Ce détail démontre que *Napoli A* a fait l'objet de réparations continues, qui plus est étalées dans le temps.

Les romaillets

Ce type de réparation est très répandu sur les préceintes (fig. 8 et 31). Il s'agit de tasseaux insérés dans des entailles, puis bloqués par des clous. Dans la plupart des cas, ce sont les angles

32. T19b/T16Db, T7Bb/T17b, T8b/T18b.
33. T16t/T8t.
34. Le doublage Rt2b, réparation de la préceinte T9b, mesure plus de 4 m, tandis que Rt8t, réparation de T17t, mesure 1,17 m.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 34 : *La préceinte T17t avec son élément de doublage Rt8t (cliché G. Boetto).*

Fig. 35 : *Le romaillet Rt6t employé pour réparer l'angle inférieur de la préceinte T17t (cliché G. Boetto).*

Fig. 36 : *Le romaillet Rt7b qui répare l'angle inférieur de la préceinte T19b. A droite de l'image, la doublure de la préceinte Rt2b (cliché G. Boetto).*

Fig. 37 : *Le taquet cloué sur la serre Fi2At (cliché G. Boetto).*

inférieurs des préceintes qui sont réparés (fig. 35 et 36). Un seul cas, observé sur la préceinte T21b, atteste la réparation d'un angle supérieur.

De section rectangulaire, ces romaillets arborent des dimensions variables allant de 33 cm à 1,28 m, une largeur comprise entre 3 cm et 6,5 cm, et une épaisseur entre 1,8 cm et 9,5 cm.

ÉLÉMENTS DIVERS

Un taquet est fixé par trois clous en fer à la serre Fi2At, côté tribord vers l'arrière du bateau (fig. 37). Cette pièce a une forme en L aux extrémités arrondies (long. 67 cm ; larg. 8 cm ; ép. 5 cm). On peut émettre l'hypothèse qu'elle a pu servir à bloquer la base d'un support mobile, peut-être au niveau de l'ouverture située sur le pont. Il est curieux qu'aucune pièce similaire ne soit placée sur la serre symétrique côté bâbord.

Rappelons aussi que parmi les éléments déplacés découverts à l'intérieur de l'épave figurent trois bois rectilignes (L6, L16 et L18) que l'on peut interpréter comme des épontilles ou des barrots.

La pièce L6 présente une extrémité en biseau qui porte la trace d'un clou traversant. Conservée sur 48 cm, elle a une section rectangulaire (larg. 9,5 cm ; ép. 7,3 cm). Les deux autres pièces L16 et L18 sont conservées, respectivement, sur une longueur de 1,68 m et 1 m. Elles présentent des sections quadrangulaires aux dimensions proches (L16 : larg. 8 cm ; ép. 8,5 cm[35]).

PROTECTION DE LA COQUE

Une épaisse couche de poix a été employée pour protéger l'intérieur et l'extérieur de la coque et en garantir ainsi l'étanchéité. En revanche, aucune trace d'un doublage de plomb n'a été relevée.

35. Les dimensions en section de L18 n'ont pas pu être mesurées car la pièce était trop abîmée par les organismes xylophages.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

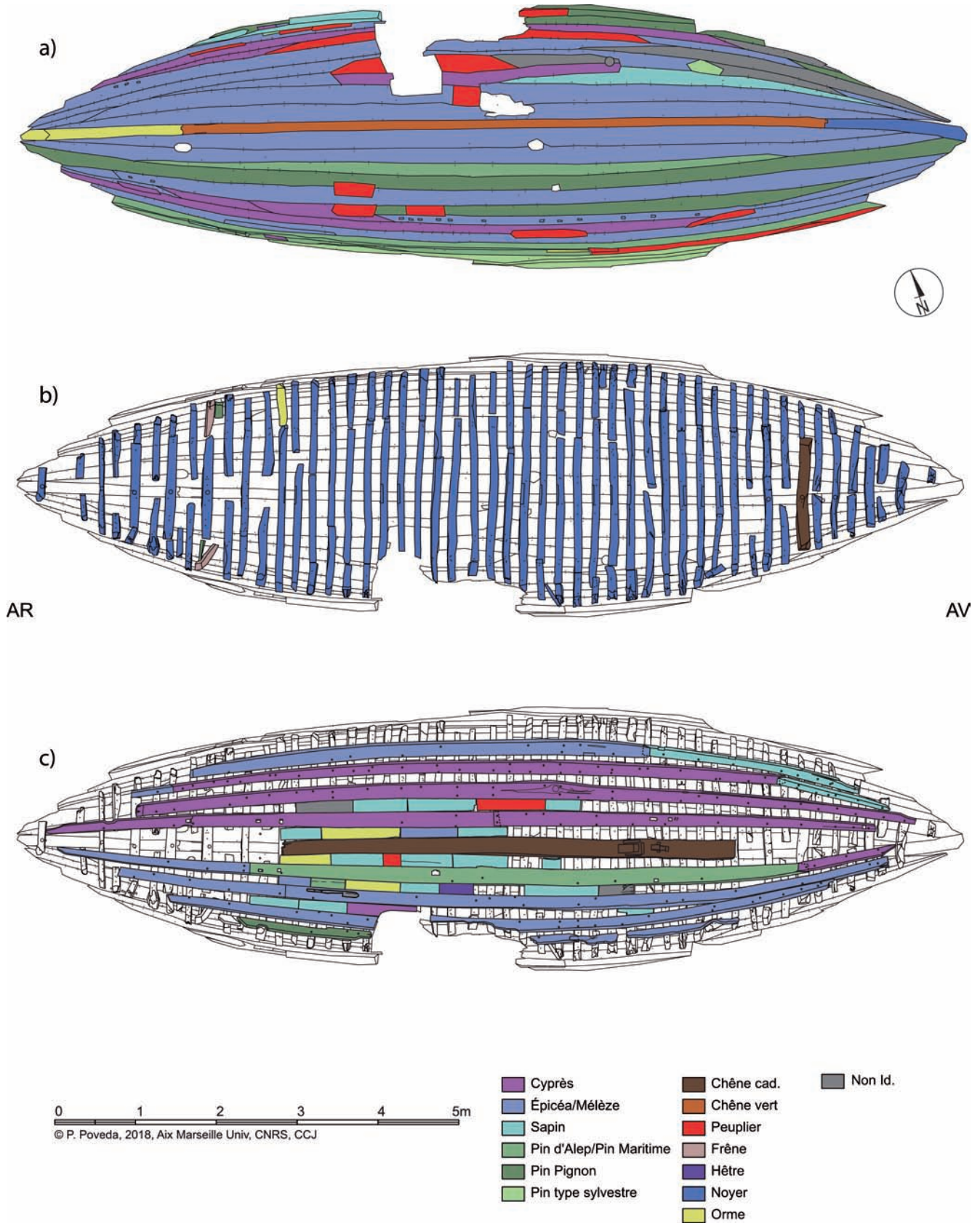


Fig. 38 : *Distribution des essences de bois dans les vestiges conservés : a. charpente axiale et bordé face extérieure ; b. membrure ; c. charpente longitudinale interne (relevé Tecno In. e et Calcagno Architetti Associati, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

LES TYPES DE BOIS UTILISÉS DANS LA CONSTRUCTION

Les bois identifiés sur *Napoli A* témoignent d'une construction soignée et d'un choix ciblé des essences[36] (Allevato *et al.* 2010) (fig. 38).

La quille a été réalisée en chêne vert (*Quercus ilex* sp.), le brion d'étambot en orme (*Ulmus* sp.) et le brion d'étrave en noyer (*Juglans regia*). La carlingue a été confectionnée à partir d'une demi-grume provenant d'un chêne caducifolié (*Quercus* sp.) (fig. 38, a).

La plupart des bordages (16) qui composent les virures du bordé sont en épicéa/mélèze (*Picea abies/Larix decidua*) tout comme le galbord tribord[37]. L'épicéa (*Picea abies*), en revanche, a été utilisé pour le galbord bâbord. L'utilisation du cyprès (*Cupressus sempervirens*), du pin pignon (*Pinus pinea* L.) et du sapin (*Abies* sp.) est attestée de manière plus ponctuelle. Les trois préceintes montrent une grande diversité avec le pin pignon, le pin d'Alep (*Pinus* cf. *halepensis* Mill.) et le pin du type sylvestre (*Pinus nigra/Pinus sylvestris/Pinus mugo*[38]). Les réparations du bordé sont, pour la plupart, en peuplier (*Populus* sp.) (15), cyprès (6), sapin (3), pin du type sylvestre (2) et épicéa (1) (fig. 38, a).

Presque tous les éléments qui forment la membrure sont en bois de noyer (100). Seules deux pièces sont en frêne (*Fraxinus* sp. *ornus*), une en orme et une autre en chêne caducifolié. Les deux renforts analysés sont en noyer et pin pignon (fig. 38, b).

Le vaigrage est plus hétérogène (fig. 38, c). L'épicéa/mélèze est l'espèce la plus utilisée (9 des bordages qui composent les serres et 4 vaigres mobiles) suivie du sapin (13 vaigres mobiles et 2 bordages des serres). D'autres taxons sont en revanche attestés seulement dans les serres (5 bordages en cyprès, un en épicéa, un en pin pignon et un en pin d'Alep) ou dans les vaigres mobiles (trois en orme, deux en peuplier, une en hêtre, *Fagus* sp., et une autre en pin maritime/pin d'Alep[39]). Le sapin (2) et le peuplier (1) se retrouvent aussi dans les trois planches analysées appartenant à la couche supérieure du vaigrage.

Les quatre tenons analysés sont en chêne vert, les trois chevilles en cyprès (1) et en pistachier (*Pistacia lentiscus*). Quatre gournables sont en bois d'olivier (*Olea europaea* L.).

Ces résultats appellent plusieurs considérations. Des bois nobles, bien disponibles près du littoral méditerranéen, ont été choisis pour la charpente axiale et pour la carlingue. Ces bois sont aussi bien adaptés à la fonction des pièces maîtresses soumises à des efforts importants (Guibal, Pomey 2003).

Le bordé est assez homogène et fait appel essentiellement à une essence de bonne qualité, l'épicéa ou le mélèze, probablement importée de forêts de montagne éloignées de la côte. D'autres types de bois résineux, normalement préférés pour le bordé (Guibal, Pomey 2003), sont aussi attestés. Toutefois, leur nombre restreint et le fait de retrouver ces mêmes essences dans des bordages de réparation pourraient faire penser à des réaménagements successifs. Les bois des réparations des préceintes et du bordé sont plus hétérogènes. En revanche, plusieurs réparations du même type (planches clouées à la membrure) sont en peuplier, un bois souple mais de mauvaise qualité. Ce choix, dicté par la disponibilité plus que par la qualité du bois, pourrait indiquer un radoub réalisé au même moment, avant ou après les autres réparations.

La membrure est elle aussi très homogène car confectionnée principalement en noyer, un type de bois rarement attesté en construction navale antique[40]. Par ailleurs, la présence abondante de pollens de noyer dans les diagrammes polliniques issus de l'analyse des sédiments portuaires contemporains a fait avancer l'hypothèse d'un approvisionnement local, voire de la culture de cet arbre finalisée à la production de bois de marine (Allevato *et al.* 2010).

Enfin, le vaigrage est hétérogène, avec des taxons déjà utilisés pour le bordé selon une pratique assez commune (Guibal, Pomey 2003). Une autre essence montagnarde est présente surtout dans le vaigrage mobile, le sapin. Cet arbre, contrairement à l'épicea/mélèze, est bien documenté en Campanie où il devait former à l'époque romaine des forêts accessibles et somme toute proches du littoral.

Toutes ces données ne s'opposent pas à la localisation du chantier de construction de *Napoli A* en Italie centro-méridionale, voire même dans le golfe de Naples (Allevato *et al.* 2010).

PRINCIPES ET MÉTHODES DE CONSTRUCTION

La coque de l'épave *Napoli A* reflète les principes de la construction navale antique qui reposent sur une conception « longitudinale sur bordé », dans laquelle les formes sont déterminées par la mise en place des virures et où la membrure n'a qu'un rôle secondaire du point de vue structural (Pomey 1988, 1998, 2004 ; Pomey, Rieth 2005, p. 30-31 ; Pomey *et al.* 2012). Les assemblages à « tenons et mortaises » jouent un rôle de liaison entre les virures du bordé, garantissant la cohésion interne de la structure de l'embarcation qui ne dépend pas de la charpente transversale. La membrure revêt une fonction de renfort de la coque et il n'existe pas de connexion entre les couples et les allonges.

Du point de vue des procédés de construction, l'épave *Napoli A* se caractérise par l'élévation du bordé à partir de la charpente longitudinale axiale, préalablement érigée avant la pose de la membrure ou d'éléments de la membrure selon une construction du type « bordé premier ».

Le brochage sur la quille de certaines varangues, compte tenu de l'absence d'indices laissant penser que ces dernières puissent avoir joué un rôle actif dans la construction (par exemple des inversions de chevillage), doit être considéré comme un simple renforcement de la charpente axiale[41].

36. Les analyses xylologiques ont été réalisées par Emilia Allevato du *Laboratorio di storia della vegetazione e anatomia del legno, Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia vegetale* de l'Université de Naples Federico II. Elles ont porté sur 230 échantillons prélevés systématiquement par G. Boetto lors des opérations de terrain.

37. Les analyses n'ont pas permis de distinguer l'épicéa du mélèze à cause des maigres éléments de différentiation anatomique et de la dégradation du bois.

38. Si le *Pinus mugo* peut être exclu pour la confection des préceintes compte tenu de son port arbustif et prostré, les caractères anatomiques de ces trois types de pin rendent leur différentiation difficile : c'est pour cela que l'appellation de « pin de type sylvestre » a été préférée.

39. Le binôme *Pinus pinaster* S./*Pinus halepensis* Mill. est dû toujours aux difficultés d'identification de taxons à l'anatomie très proche.

40. On notera, cependant, que le fond de carène du navire *Monfalcone* (Italie, IIe s. ap. J.-C., Capulli 2014) présente aussi une membrure très homogène en noyer.

41. Les chevilles de blocage semblent avoir été chassées majoritairement depuis la face extérieure du bordé.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

TYPE ARCHITECTURAL ET TYPE FONCTIONNEL

L'épave *Napoli A* se caractérise, d'un point de vue architectural, par :

– une quille associée à des fonds plats et à des galbords de forme simplifiée ;

– un bordé, assemblé à franc-bord par tenons et mortaises, de type simple et sans revêtement de feuilles de plomb ;

– une membrure composite, assemblée au bordé par des gournables et des clous en alliage de cuivre, et dont les éléments restent indépendants, mais où l'alternance entre varangues et demi-couples fait intervenir des demi-couples outrepassés et où certaines varangues sont brochées à la quille ;

– une charpente longitudinale interne dans laquelle la carlingue/massif d'emplanture est encastrée à mi-bois sur les membrures sans l'intermédiaire de carlingots et où le vaigrage est composé de serres alternées à des vaigres mobiles disposées de façon longitudinale.

Compte tenu de ces caractéristiques, le voilier *Napoli A* ne semble relever ni du type romano-hellénistique ni strictement du type romano-impérial tels qu'ils ont pu être définis par Patrice Pomey à partir des caractéristiques observées sur un certain nombre d'épaves de Méditerranée nord-occidentale (Pomey, Rieth 2005, p. 166-167 ; Pomey *et al.* 2012, p. 298).

Ce sont surtout l'implantation de la carlingue/emplanture du mât encastrée directement sur la membrure et une forme de carène sans retour du galbord qui constituent les caractéristiques les plus remarquables du petit voilier *Napoli A* qui, nous semble-t-il, pourrait être rattaché à une variante du type architectural romano-impérial. Cette version simplifiée aurait été adaptée à la réalisation de petits bateaux côtiers, utilisés pour une navigation régionale et dont la capacité commerciale ainsi que le rayon d'action devaient être, somme toute, limités[42].

RESTITUTION

Comme nous venons de le voir, l'épave *Napoli A* présente un très bon état général de conservation. Bien que seules les parties les plus basses de la carène aient été protégées par les sédiments, la hauteur conservée des murailles est importante (fig. 8). L'épave présentant une très légère gîte sur bâbord, c'est ce côté qui s'avère le mieux conservé. Entre les couples M28 et M38, un second niveau de préceinte y est d'ailleurs encore présent, ce qui permet de reconstituer une importante partie de la forme de la coque avec près de 75 % de l'ensemble de la section transversale préservée. Si l'on ne tient compte que de la zone bâbord, on notera le peu de distorsions d'ensemble ayant affecté la carène. Ni le bordé, ni les membrures ne semblent d'ailleurs avoir souffert d'une contrainte particulière, si ce n'est une très légère ouverture vers la proue, conséquence de la disparition des extrémités des virures qui les maintenaient en place dans la râblure.

Nous nous sommes fondés, pour les méthodes de travail et les outils mis en œuvre lors de l'étude de restitution, sur les processus développés depuis une trentaine d'années au sein du centre Camille-Jullian (Pomey 2009, p. 411-417). Du point de vue technique, l'étude des épaves découvertes en 2004 à Naples marque un renouvellement significatif des outils avec la présence de plus en plus marquée du traitement informatique lors de l'ensemble des phases du projet.

À ce titre, les épaves de Naples ont constitué le cœur d'un travail de doctorat qui a permis de jeter les bases de l'utilisation de ces nouveaux outils, au sein d'un processus de restitution dont la philosophie demeure inchangée (Poveda 2012a). Sur la base des relevés de fouille, nous avons ainsi procédé à l'habituel travail de modélisation des vestiges, puis à leur redressement, avant d'entreprendre la modélisation des différentes hypothèses de restitution (Poveda 2015). Ce sont ces derniers modèles qui ont permis d'envisager une évaluation plus précise de leur stabilité et de leurs qualités nautiques, afin d'obtenir des indications éventuelles sur leurs fonctions et leurs espaces de navigation. Ce procédé, déjà bien exposé par ailleurs, a été mis en œuvre sur différentes restitutions d'épaves de chronologie très variée (Poveda 2012b ; Poveda 2013 ; Boetto, Poveda 2014 ; Poveda 2017).

LE PLAN DES FORMES INITIAL

L'établissement des dimensions de base se fonde essentiellement sur les formes des parties encore conservées (fig. 7 et 8). En l'absence des parties les plus hautes du navire, la définition des formes s'effectue tout d'abord en prolongeant la courbure des allonges transversalement et celle des massifs d'étrave et d'étambot dans le sens longitudinal. Pour rappel, les dimensions des vestiges de *Napoli A* sont les suivantes : 11,7 m de longueur, 3,32 m de largeur, creux interne de 0,88 m.

Le plan des formes issu des seuls vestiges donne ainsi à voir un navire avec des œuvres vives aux formes très effilées et dont la section transversale au maître-couple, quasi cylindrique, est tout à fait remarquable. Cette section s'inscrit de façon presque parfaite dans un demi-cercle présentant un rayon de 177 cm. Nous verrons, dans la partie traitant de l'hydrostatique, les incidences d'une telle forme sur la stabilité transversale du navire. On notera aussi la très légère dissymétrie des lignes au niveau des entrées d'eau, ce qui permet de distinguer un sens de marche privilégié. De même, comme le maître-couple est déporté sur l'avant, on remarquera une répartition plus importante des volumes vers la proue. Si la tendance reste faible (déport d'environ 50 cm sur l'avant), elle doit toutefois être relevée.

On remarque que le plan de forme dans sa partie supérieure ne présente pas de limite fixe et que la position du livet demeure approximative. Compte tenu de l'absence, à ce stade, d'une étude comparative plus poussée, il n'est pas encore possible de définir avec précision la hauteur du livet, ni la tonture générale du pont. On peut en revanche définir les limites morphologiques dans lesquelles vont s'inscrire les différentes hypothèses de restitution : la longueur hors-tout s'établissant au maximum à 14,25 m, la longueur entre perpendiculaires pouvant être estimée entre 13,45 m et 13,83 m et la largeur avoisinant 3,43 m à 3,53 m, mesurée hors bordé au niveau du maître-couple M29 – M30 (fig. 39).

42. À titre comparatif, cet aménagement du mât a été repéré sur d'autres bateaux de Méditerranée occidentale datés entre le changement d'ère et l'Antiquité tardive. Il s'agit de *Pisa C* (Italie, Ier ap. J.-C., Camilli 2002 ; Camilli, Setari 2005 ; Camilli *et al.* 2006), *Caska 2* (île de Pag, Croatie, Ier ap. J.-C., Boetto, Radić Rossi 2017), *Monfalcone* (IIe s. ap. J.-C., Capulli 2014), *Napoli C* et *Napoli B* (fin Ier et fin IIe-début IIIe s. ap. J.-C., Boetto 2005 ; 2007 ; 2009), *Fiumicino 4* (Fiumicino, Rome, IIIe s. ap. J.-C., Boetto 2006, p. 112-126) et *Ravenna Parco Teodorico* (Ravenna, Ve s. ap. J.-C., Medas 2001 et 2003).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

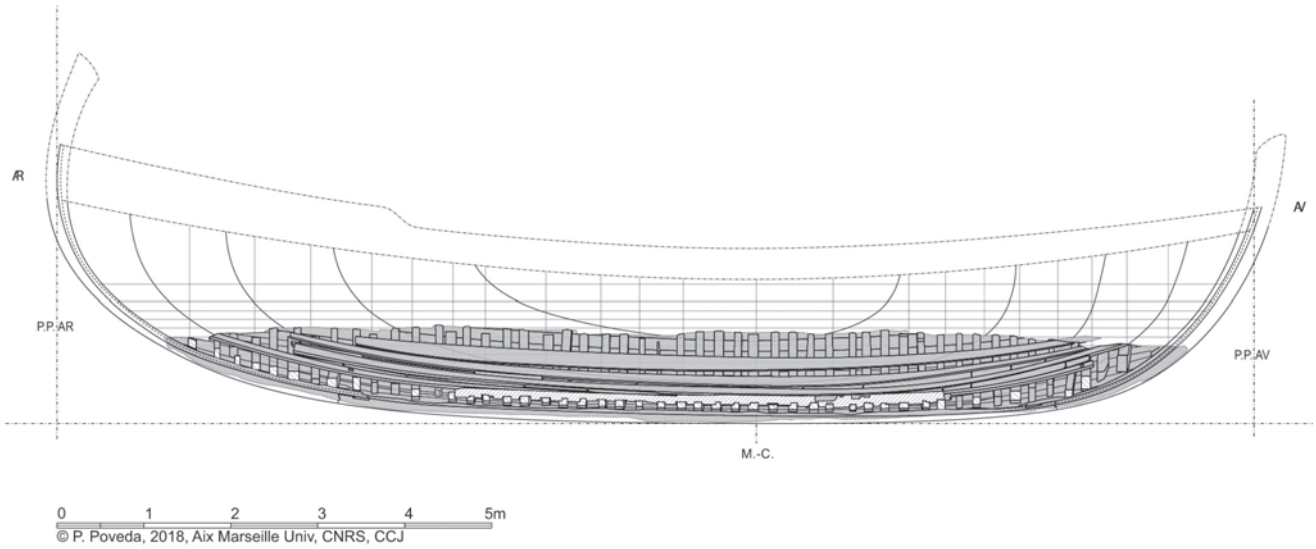


Fig. 39 : *Aperçu de l'importance des vestiges sur le longitudinal du plan de formes initial (dessin P. Poveda).*

Tableau 3 : Récapitulatif des dimensions principales et des rapports de proportions des restitutions.

Épave	Datation	Longueur (L)	Largeur (l)	Creux (h)	Rapport L/l	Rapport l/h	Rapport L/h	Bibliographie
Cavalière	Ier s. av. J.-C.	12,98	5	1,53	2,59	3,26	8,48	Roman 1997
Laurons 2	fin IIe s. ap. J.-C.	15,11	4,96	1,50	3,04	3,30	10,07	Roman 1997
Moyenne					**2,81**	**3,28**	**9,27**	
Saint-Gervais 3	IIe s. ap. J.-C.	16,87	7,38	2,80	2,28	2,63	6,02	Roman 1997
Moyenne (ensemble)					**2,64**	**3,06**	**8,19**	

LA RESTITUTION DES DIMENSIONS

Afin de déterminer les dimensions générales de l'embarcation, nous avons pris en considération deux types de sources : d'une part des documents iconographiques pertinents à la fois du point de vue chronologique et fonctionnel, d'autre part des restitutions d'épaves d'époque romaine.

Il s'agissait de retrouver, parmi les représentations de navires datées entre les Ier et le IVe s. ap. J.-C., celles susceptibles de montrer des petits navires marchands, principalement propulsés à la voile par un mât unique, à l'étrave convexe. Une dizaine de représentations iconographiques ont paru appropriées[43].

Par ailleurs, le corpus des restitutions de navires antiques étant aujourd'hui assez développé, nous avons pu établir des comparaisons dimensionnelles congrues, en faisant usage de critères discriminants rigoureux basés sur la correspondance chronologique, typologique et, dans la mesure du possible, fonctionnelle, observés avec *Napoli A*.

En fin de compte, seules trois restitutions d'épaves s'inscrivent dans le canevas défini par nos critères : il s'agit de *Cavalière* (vers 100 av. J.-C. ; Charlin *et al.* 1978, p. 9-93), *Laurons 2* (IIe s. ap. J.-C. ; Gassend *et al.* 1984, p. 75-105) et *Saint-Gervais 3* (milieu IIe s. ap. J.-C. ; Gassend, Liou 1990, p. 157-264) (tableau 3).

La mise en parallèle des résultats obtenus à partir de l'analyse de l'iconographie avec ceux des restitutions met en lumière des différences d'importance.

On constate ainsi que, sur les restitutions, la moyenne des rapports longueur/hauteur est égale à 8,19 ou 9,27 selon que l'on tient compte ou non de celle de l'épave *Saint-Gervais 3* qui présente pour particularité une étrave convexe. En revanche, sur les documents iconographiques, la moyenne des rapports longueur/hauteur est égale à 4,2, soit deux fois moins que la moyenne observée sur les restitutions.

L'écart que l'on relève ici pose la question de la pertinence de l'utilisation des documents iconographiques dans le cadre de l'établissement de rapports de dimensions pour des embarcations maritimes. La validité de l'usage d'un élément iconographique dans le cadre d'une étude de restitution est en effet soumise aux limites intrinsèques de l'objet figuré (Basch 1987 ; Pomey 1978, p. 20-29). Au premier rang de celles-ci, les représentations de navires s'avèrent la plupart du temps bidimensionnelles et le bas de quille n'est pas toujours bien visible. On distinguera cependant le recours aux sources iconographiques selon que l'on se place dans le cadre d'une recherche

43. Il s'agit notamment de la fresque de *Lesbianus* (Pompéi, Ier s., Pomey 1997, p. 36), des mosaïques des *Stationes* 18, 46 et 54 de la place des Corporations à Ostie (fin IIe s., Becatti 1961), du relief de la Villa Médicis et du sarcophage de *Pretextatus* à Rome (IIIe s., Pomey 1997, p. 21, 121, 126), d'un relief de Narbonne (IIIe s., Pomey 1997, p. 17 et Lassalle, Jézégou dans ce volume), de la stèle de *Kalleinikos* au musée archéologique d'Istanbul (IIIe s., Casson 1971, n° 143), du sarcophage d'*Eudemos* (Olympos, Turquie, IIe-IVe s., Pékary 1999, p. 380) et de la fresque de la catacombe des Giordani (*via* Anapo, Rome, IVe-Ve s., Josi 1928, fig. 30).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

des dimensions du navire ou dans celle de la restitution d'un élément ponctuel de la structure, appartenant notamment au système technique du navire (gréement, gouvernail). Dans ce dernier cas, le recours à l'iconographie demeure, en revanche, tout à fait recevable bien que, là aussi, elle ne permette pas d'obtenir le même degré de détail que l'analyse des vestiges archéologiques.

L'iconographie ayant été écartée pour le calcul des rapports de dimensions il s'agissait de déterminer, pour *Napoli A*, une hauteur sous barrot cohérente basée sur les dimensions attestées des vestiges (longueur et largeur) et sur le corpus des restitutions archéologiques comparables.

Compte tenu de la datation de l'épave ainsi que de sa forme et de ses dimensions, seuls deux rapports de dimensions extraits de ces restitutions nous ont semblé pouvoir faire office de valeurs de référence pertinentes. Il s'agit des rapports de dimensions issus de la restitution des épaves *Cavalière* et *Laurons 2*. Afin d'appliquer ces rapports à *Napoli A*, avec pour objectif de déterminer la hauteur sous barrot et le niveau du livet de pont, il fallait avant tout déterminer la longueur entre perpendiculaires que nous allions utiliser dans l'équation ainsi que la largeur interne au maître-couple. Nous avons vu précédemment que ces valeurs peuvent être déterminées approximativement : entre 13,45 m et 13,83 m pour la longueur et entre 3,43 m et 3,53 m pour la largeur. Dans un premier temps nous avons fait le choix d'utiliser les deux moyennes de ces valeurs : soit 13,64 m pour la longueur entre perpendiculaires et 3,48 m pour la largeur interne au maître-couple.

Trois hypothèses

Selon une première hypothèse, en appliquant le rapport longueur/hauteur de l'épave *Cavalière*, une hauteur de livet de 1,60 m contraint à restituer quatre niveaux de préceintes, mais aussi à augmenter, en comparaison des mesures des vestiges, les dimensions des virures restituées les plus élevées. Le rapport L/h (8,49) est alors quasiment le même que celui observé sur l'épave *Cavalière* (8,48) (fig. 40 ; tableau 4).

Une hauteur sous barrot de 1,35 m peut aussi être obtenue en utilisant le rapport longueur/hauteur de l'épave *Laurons 2*. Sur *Napoli A*, si l'on restitue, après la deuxième préceinte, deux autres niveaux de préceintes en maintenant les dimensions des virures et des préceintes observées sur les vestiges pour les parties restituées, la hauteur de livet approche 1,39 m. Avec cette valeur, le rapport L/h de 9,82 est assez proche de celui observé sur l'épave *Laurons 2* (10,07) (fig. 40 ; tableau 4).

Tableau 4 : Synthèse des hauteurs sous barrot de Napoli A obtenues en fonction des rapports de proportions des restitutions.

	Rapport L/h	Rapport l/h	Application à *Napoli A*	Hauteur sous barrot de *Napoli A*	Hypothèse
Cavalière	8,48		13,64/8,48	**1,60 m**	**1**
Laurons 2	10,07		13,64/10,07	**1,35 m**	**2**
Cavalière		3,26	3,48/3,26	**1,07 m**	**3**
Laurons 2		3,30	3,48/3,30	**1,06 m**	**3**

Enfin, en faisant usage de la moyenne des rapports largeur/hauteur des épaves *Cavalière* et *Laurons 2* nous obtenons une hauteur sous barrot pour *Napoli A* de 1,06 m ou 1,07 m. Dès lors, si l'on place, après la deuxième préceinte conservée, une virure de la même largeur que celle existante entre les deux premières préceintes et que l'on ajoute une troisième préceinte semblable à la préceinte basse, nous obtenons une hauteur de livet de 1,10 m et un rapport largeur/hauteur de 3,12. Cette valeur se rapproche du rapport l/h des deux restitutions comparées (3,30 pour *Laurons 2* et 3,28 pour *Cavalière*) (fig. 40 ; tableau 4).

Le choix s'est trouvé facilité par divers arguments en défaveur de la première et de la troisième hypothèse. Chacune d'elle présente en effet un élément discriminant dans leur proportion. La première est caractérisée par une hauteur nécessitant la restitution de virures de pavois dont la largeur maximale (29,5 cm) ne correspond pas aux dimensions mesurées sur la virure conservée entre les deux préceintes (18 cm) (fig. 40). La troisième hypothèse répond bien à ce critère, puisque l'espacement entre les trois niveaux de préceinte est régulier (18 cm) (fig. 40). Cependant, dans cette configuration, la restitution présente un rapport L/h qui paraît trop élevé (12,22) par rapport aux valeurs observées sur les restitutions des épaves *Cavalière* et *Laurons 2*.

En fin de compte, l'hypothèse médiane rassemble le plus d'arguments en sa faveur. Ses rapports de proportions sont équilibrés et se rapprochent de ceux constatés sur l'épave *Laurons 2*. Par ailleurs, comme cela a déjà été souligné, le creux de 1,39 m permet la restitution de quatre niveaux de préceintes en maintenant, entre celles-ci, un espacement régulier correspondant aux dimensions des virures observées sur les vestiges. Cette deuxième hypothèse s'est tout naturellement imposée comme la plus vraisemblable (fig. 41). C'est sur cette base que nous avons développé le processus de restitution de la forme et des structures non conservées du navire.

LA RESTITUTION DES PARTIES NON CONSERVÉES

Le type architectural et fonctionnel de l'épave *Napoli A* correspond, comme nous l'avons vu, à un navire de transport d'une taille modeste à étrave convexe, à propulsion vélique et que nous pouvons supposer avoir été partiellement ponté.

Ce cadre initial, défini par l'analyse archéologique des vestiges, permet, à la suite de la restitution des formes, d'engager un processus de restitution des parties disparues.

Il faut cependant souligner le caractère tout à fait hypothétique du résultat, à l'instar de Jean Boudriot (1987, p. 5) dans son introduction à la monographie sur le *Bonhomme Richard* : « Je ne doute pas que l'aspect général de mes reconstructions soit juste, toutefois je ne peux que reconnaître, en ce qui concerne les infinis détails de configuration, de gréement et d'armement, la vraisemblance de mes plans avec les habitudes de l'époque, ainsi qu'avec les maigres informations propres à notre navire[44] ».

Par ailleurs, dans la perspective d'une étude hydrostatique et de stabilité, il s'avère nécessaire de définir le plus précisément possible un devis de poids de tous les éléments du navire, afin d'en étudier l'importance et la répartition. Établir un modèle de restitution suffisamment précis afin d'obtenir des ordres de grandeur significatifs pour l'analyse hydrostatique et de

44. Traduction de l'anglais P. Poveda.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

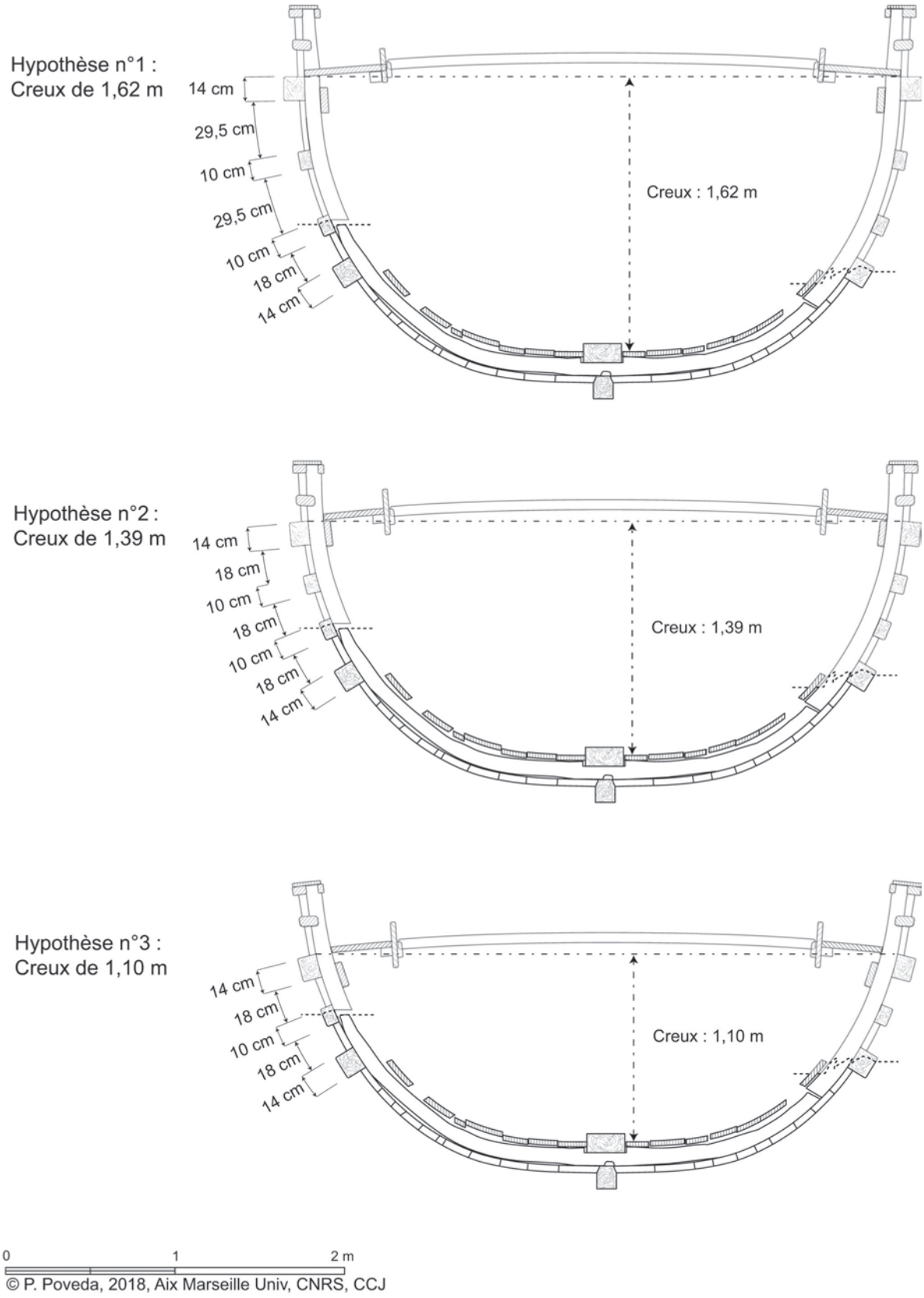


Fig. 40 : *Restitution des préceintes en fonction des diverses hypothèses de hauteur de livet au niveau du couple M30 (dessin P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

stabilité : tel est le compromis essentiel qu'il faut constamment réévaluer lors de la phase de restitution[45].

On remarquera également que ces choix de restitution des parties non conservées se fondent essentiellement sur des parallèles archéologiques[46] et sur un corpus iconographique de représentations de navires de commerce datées entre le Ier s. av. J.-C. et le IVe s. ap. J.-C. qui correspondent, autant que possible, au cadre initial défini pour notre hypothèse (fig. 42).

ÉTUDE HYDROSTATIQUE

DEVIS DE POIDS EN LÈGE

Dans un premier temps, il s'agissait de dresser un devis de masse complet du navire restitué, en tenant compte à la fois de l'importance et de la répartition des poids. Sur la base du modèle de restitution, il a été possible d'effectuer un cubage précis de toutes les pièces de bois dont nous connaissons les essences utilisées pour leur confection (cf. *supra*), et mesurer pour chacune d'entre elles l'emplacement de leur centre de gravité. Vérifier le taux réel de dessiccation du bois au moment de sa mise en œuvre s'avérant chose difficile, nous avons pris le parti de tabler sur un taux de séchage correspondant à l'équilibre hygroscopique des bois dits « secs à l'air », soit à 15 % d'humidité[47].

On notera deux particularités dans le processus de calcul : d'une part, lorsque différentes essences composaient un ensemble structural (ensemble du bordé ou du vaigrage), une moyenne pondérée des diverses densités des essences utilisées a été appliquée à l'ensemble. D'autre part, pour les éléments entièrement restitués, le poids spécifique utilisé correspond à celui des éléments conservés morphologiquement et structurellement les plus proches. Le poids spécifique des barrots transversaux et des allonges non conservés correspondant à celui de la membrure, celui du pavois correspondant à celui du bordé, etc.

Le poids lège du navire lesté peut être estimé à 7,54 tonnes métriques. Dans cette configuration, le tirant d'eau du navire au niveau du maître-couple est assez faible : 64,7 cm (fig. 43). Dans ces conditions cependant, le navire paraît encore très haut sur l'eau et semble à peine capable de se mouvoir à la voile sans risquer le chavirage.

ESTIMATION DU PORT EN LOURD

La production d'un modèle tridimensionnel, qui précise et facilite la multiplication des calculs hydrostatiques, a permis de déterminer rapidement plusieurs conditions d'enfoncement, de chargement et d'assiette pour notre hypothèse. Au sein de ces différentes analyses, nous pouvons distinguer deux groupes distincts : ports en lourd théoriques et ports en lourd potentiels.

Ports en lourd théoriques

Le premier groupe correspond à l'ensemble des analyses menées avec pour objectif la recherche d'une condition de chargement bien précise correspondant à l'immersion du livet pour un angle donné. Il s'agit de déterminer ici un port en lourd théorique à partir d'une limite de sécurité définie arbitrairement en amont selon la méthode développée par Jean-Marie Gassend et Robert Roman (Roman 1997, p. 47).

Pour notre restitution, nous avons fait le choix d'une marge de sécurité de franc-bord garantissant l'immersion du livet, au niveau du maître-couple, pas avant 10° de gîte. En suivant un tel facteur, la flottaison en charge serait alors à placer au niveau du maître-couple à une hauteur de 1,05 m (depuis le bas de quille), donnant ainsi à voir un déplacement lourd de 26,5 tonnes, soit 19,05 tonnes de port en lourd (fig. 43 et 44).

À cette méthode des 10° de gite, utilisée lors de l'analyse de nombreuses restitutions, il nous semble pertinent d'adosser, ou du moins d'évoquer, les résultats d'analyses similaires correspondant à une immersion du livet pour d'autres angulations de gîte résumées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Évaluation du déplacement et du port en lourd de *Napoli A* selon divers angles de gîte.

Gîte	Déplacement (t)	Port en lourd (t)
20°	17,5	10
15°	21,75	14,25
10°	26,5	19,05
5°	32,65	25,2

Ports en lourd potentiels

Au-delà de cette évaluation théorique de la capacité de chargement de l'embarcation, qui a pour principal mérite de faciliter une comparaison normée entre différents navires, l'estimation du port en lourd potentiel est plutôt le résultat d'un jugement ponctuel et subjectif induit par différents facteurs : capacités et connaissances du capitaine et des arrimeurs, espace de navigation envisagé, contexte commercial, conditions météorologiques, enregistrement contractuel du tonnage, etc. Autant d'éléments dont il est difficile d'exprimer l'importance au sein d'une unique dimension.

Nous avons donc évalué plusieurs configurations de chargement pour la restitution en mesurant pour chaque situation, depuis la navigation en lège jusqu'à un chargement maximum, le degré de gîte générant l'envahissement du navire, celui générant une immersion du livet, mais aussi la stabilité transversale du navire (fig. 43 et 44).

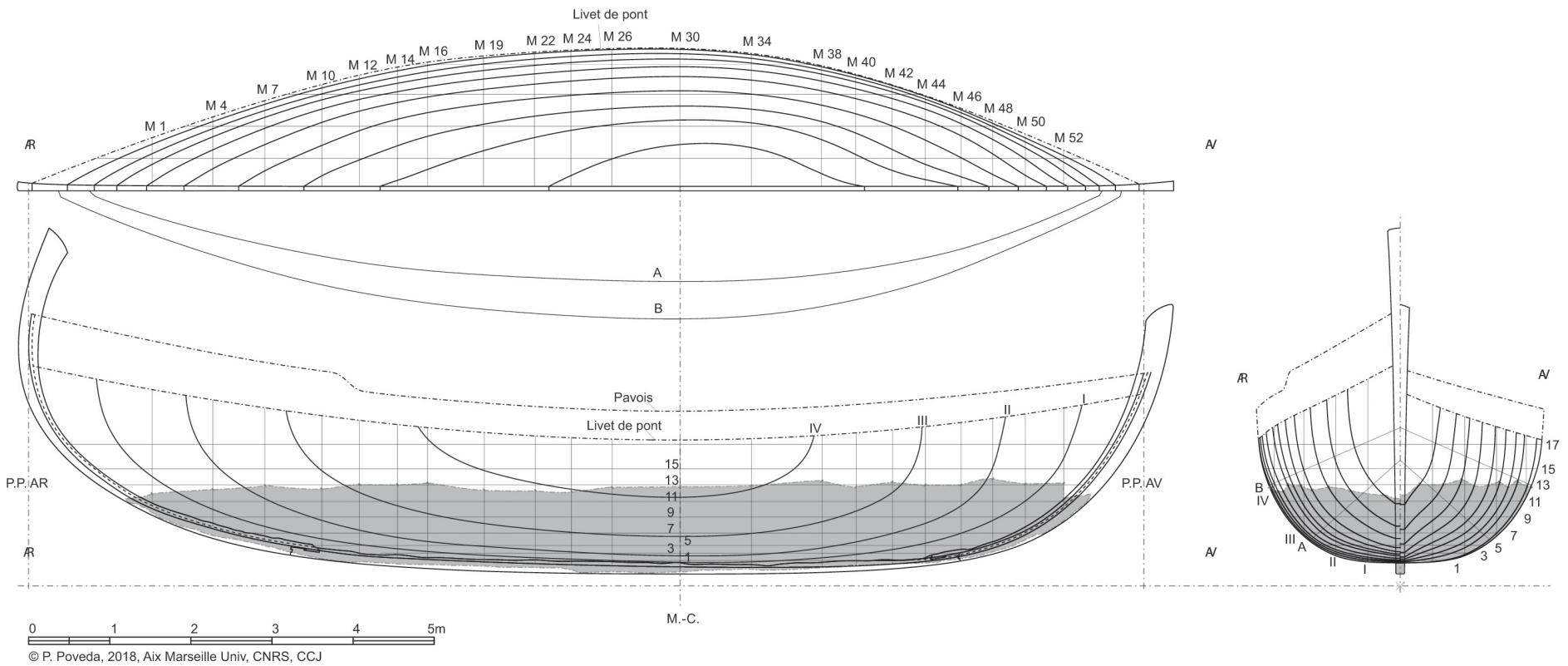
En associant les résultats bruts de ces trois mesures, il est permis de juger de la pertinence d'une situation de charge en estimant ses avantages et ses désavantages tant d'un point de vue marin que d'un point de vue commercial. Il s'agit, en d'autres termes, d'apprécier le rapport « qualités nautiques/

45. Pour les détails, voir Poveda 2012a, p. 134-175.

46. À titre d'exemple, on peut ainsi citer l'épave *Laurons 2* (Gassend, Liou, Ximénès 1984, p. 78, fig. 12, 17c et 21) pour la restitution des structures du pont et du pavois, de l'épave *Port-Vendres 5* (Jézégou, Descamps 1998, p. 189-196) pour la restitution de l'aile de protection du gouvernail ou bien l'épave de *Los Ullastres* pour la restitution du système de pompe de cale (Foerster 1979, p. 172-174).

47. Kenn Jensen (1999, p. 80) mentionne cependant, à propos des navires nordiques, qu'un taux médian d'humidité entre 22 % et 35 % est préférable, d'un point de vue mécanique, pour les bois des charpentes. D'autres témoignages (Krantz 1852, p. 33) semblent eux aussi attester un taux d'humidité moyen du bois de marine légèrement plus élevé, entre 20 % et 25 %, que le niveau de séchage hygroscopique. Toutefois, par manque de données précises quant à la densité des bois à ce niveau de dessiccation, nous nous en tenons au taux de 15 % qui s'en approche le plus.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART



© P. Poveda, 2018, Aix Marseille Univ, CNRS, CCJ

Fig. 41 : *Plan de formes de restitution (réalisation G. Boetto, P. Poveda et R. Roman, DAO P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

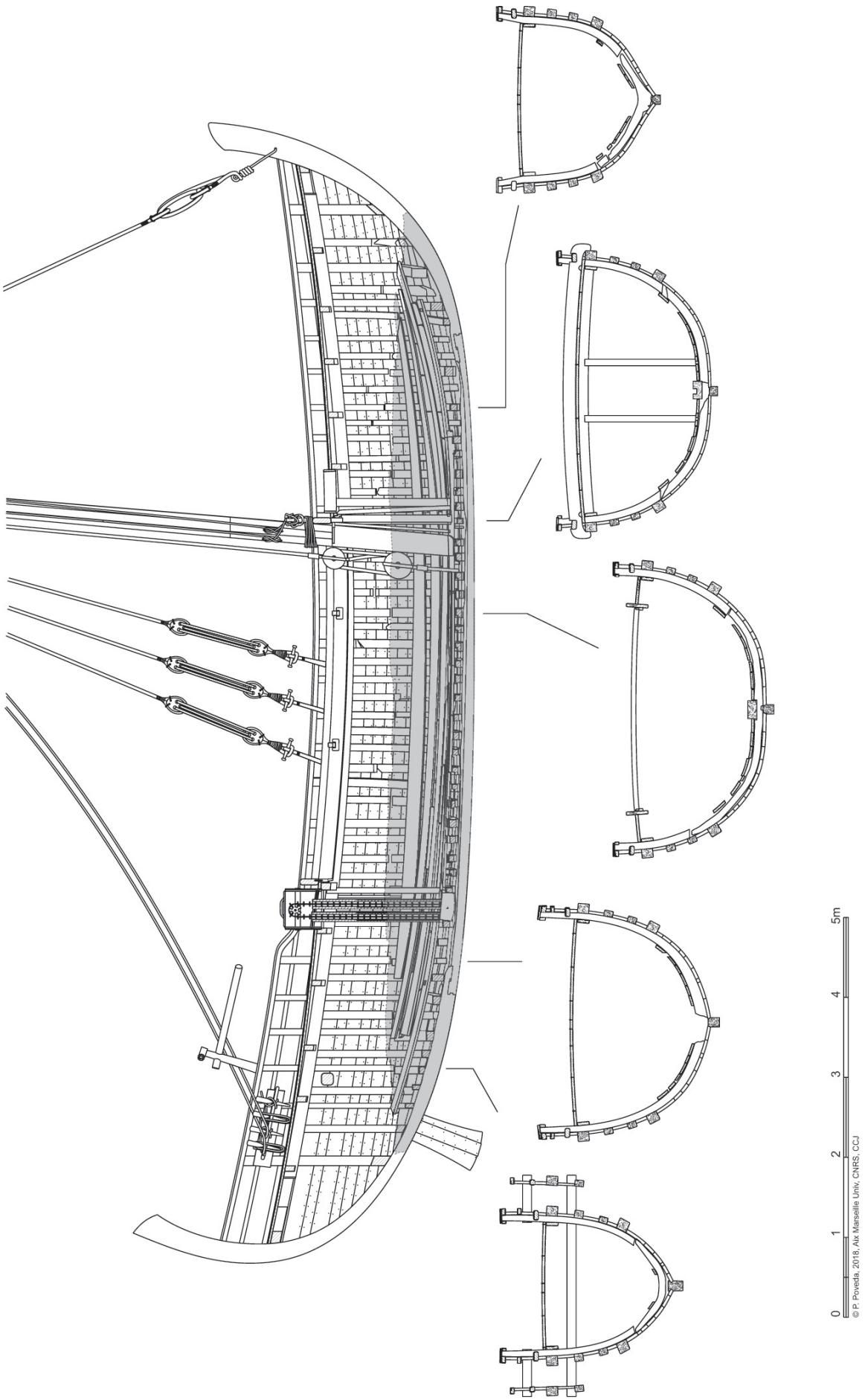


Fig. 42 : *Vue en coupe de la restitution des structures (dessin P. Poveda).*

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

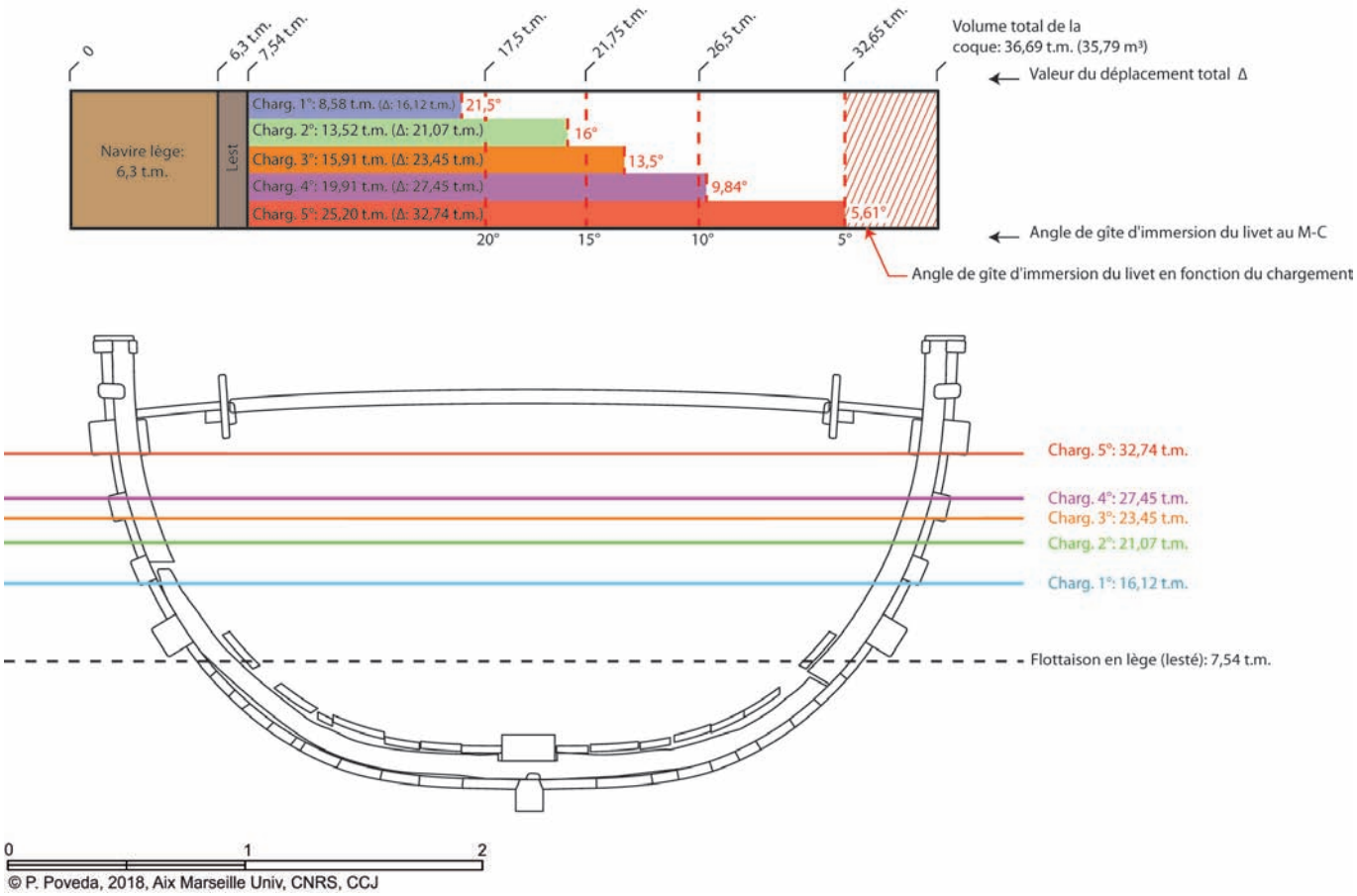


Fig. 43 : *En haut : diagramme représentant les différents déplacements ainsi que l'angle de gîte de sécurité, en fonction des divers chargements. En bas : représentation des différentes lignes de flottaison au niveau du maître-couple en fonction des divers chargements (dessin P. Poveda).*

rendement économique » du navire. En tout, ce sont ainsi six modèles de déplacement et de chargement qui ont été étudiés, depuis la situation en lège sur lest jusqu'à un déplacement lourd maximum de 32,65 tonnes métriques (fig. 43 et 44).

Déplacement lège sur lest – déplacement de 7,54 tonnes

Dans cette configuration, la stabilité transversale est tellement réduite qu'il semble risqué de prendre la mer. Si le bras de levier (*Gz*) de redressement maximum est atteint tardivement (42° de gîte environ) sa valeur est limitée (0,23 m) et le poids total du navire ne permet pas de produire un moment de redressement important. Avec une voile de 75 m², bordée à plat, un vent de travers de seulement 12 nœuds[48] (force 3-4 Beaufort) entraînerait ainsi une gîte très forte, à même de causer le chavirement du navire.

Chargement de 8,58 tonnes – déplacement de 16,12 tonnes

Dans ce cas, la stabilité transversale a déjà considérablement augmenté : le bras de levier maximum atteint (0,33 m à 40° de gîte), ainsi que le poids du navire créent *de facto* un moment de redressement non négligeable qui permet d'envisager une capacité à la navigation tout à fait satisfaisante. De plus, les degrés de gîte nécessaires pour générer un envahissement (36°) ou une immersion du livet sont importants (21,5°), ce qui laisse une bonne marge de sécurité à la navigation. Dans la même configuration de voilure que ce qui a été exposé précédemment, le navire peut soutenir un vent de travers jusqu'à 19 nœuds (force 5 Beaufort). D'un point de vue commercial, la quantité transportée est minime et l'on est loin de l'efficience potentielle du navire.

Chargement de 13,52 tonnes – déplacement de 21,07 tonnes

Dans cette configuration, la stabilité transversale atteint son optimum. Le bras de levier maximum est de 0,26 m à 39° de gîte, ce qui permet par le poids du navire de générer un moment de redressement important. Par ailleurs la marge de sécurité assurée par la hauteur de franc-bord – le livet n'est immergé qu'à partir de 16° de gîte et l'angle d'envahissement est encore assez tardif à 31,6° – permet d'imaginer une

48. La force de vent envisagée ici représente le seuil pour lequel le bateau est encore à même de se relever après avoir été couché. On gardera à l'esprit que vraisemblablement la réduction de la voilure, ou la recherche d'une allure plus confortable, devait intervenir bien avant d'arriver à une telle force de vent. Ce seuil purement indicatif marque cependant une limite significative pour la sécurité du navire : à partir de ce point on peut considérer que l'intégrité du navire sera mise en cause dans le cas où devrait se réaliser le pire des scénarios (qui est loin d'être improbable sur un gréement carré), où le bateau est pris à contre avec sa voile bordée.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

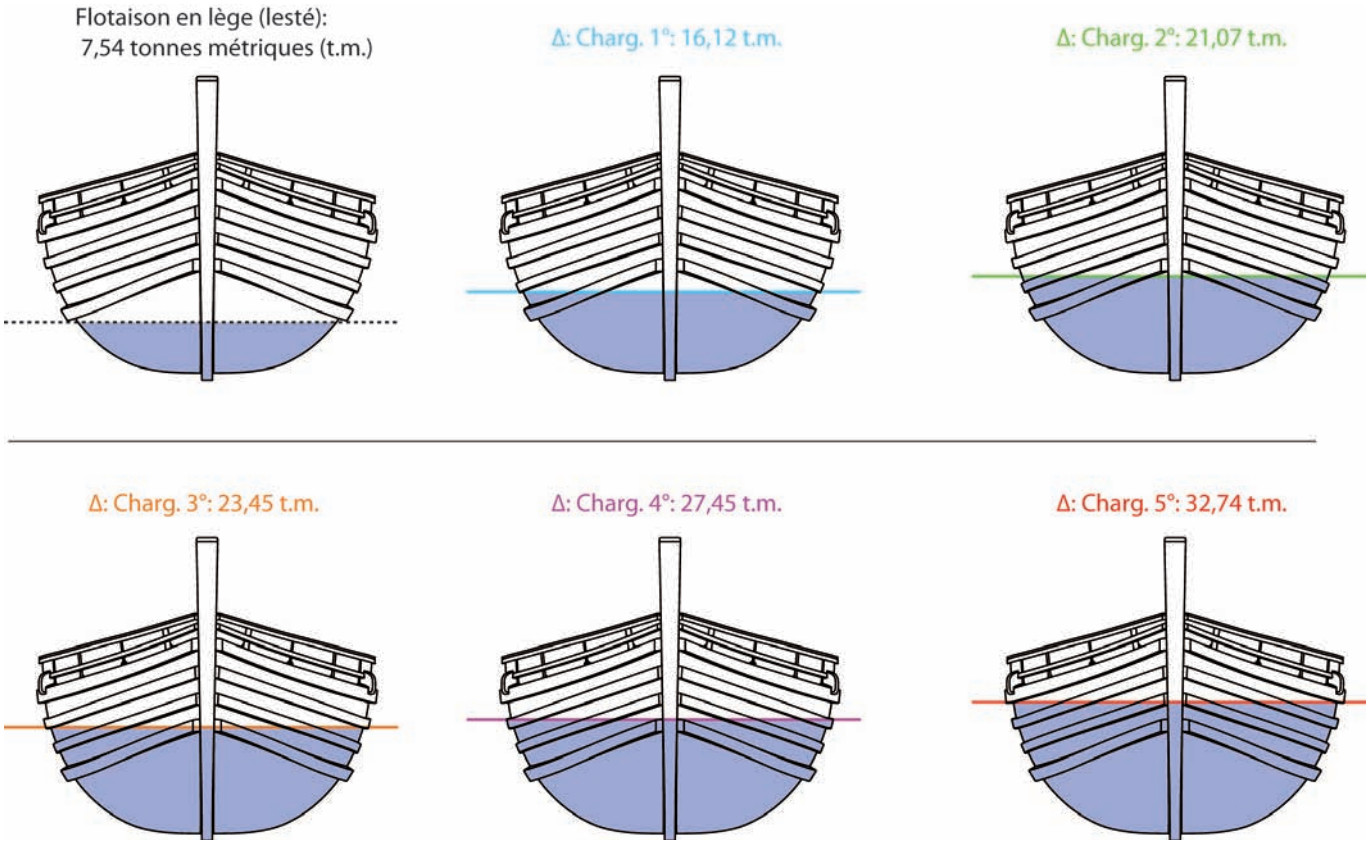


Fig. 44 : *Représentation des différentes lignes de flottaison au niveau du maître-couple en fonction des divers chargements (les différentes vues ne tiennent pas compte de l'inclinaison longitudinale, ou assiette, résultant de chaque chargement) (dessin P. Poveda).*

navigation dans des conditions de vent et de mer relativement variées.

Il nous semble que, du point de vue des qualités nautiques, c'est la configuration qui présente la plage d'utilisation la plus étendue : l'évaluation de la raideur à la toile démontre que le navire peut soutenir au maximum, avec sa voile bordée à plat, un vent de 20 nœuds par le travers (force 5 Beaufort). De plus la surface mouillée (44,61 m²) demeure encore raisonnable compte tenu du faible ratio de voilure (1,7 pour 75 m² de toile). D'un point de vue commercial, l'importance du chargement commence à devenir appréciable : le port en lourd représente près de 64,2 % du déplacement.

Chargement de 15,91 tonnes – déplacement de 23,45 tonnes

Un chargement de presque 16 tonnes représente pour *Napoli A* le meilleur compromis entre chargement et stabilité. On remarque que cette dernière a diminué de manière sensible : le bras de levier maximum n'est plus que de 0,21 m, atteint à 36° de gîte. De même, le franc-bord s'étant réduit, les marges de sécurité à la gîte ont elles aussi diminué : le livet est désormais immergé à partir de 13° et l'angle d'envahissement n'est plus que de 25,9°. Malgré cela la stabilité transversale demeure appréciable et permet encore la navigation dans des conditions variables, jusqu'à 18 nœuds au grand maximum (force 5 Beaufort). Du point de vue commercial, le chargement de 15,91 tonnes métriques présente désormais une importance indéniable puisqu'il représente plus des deux tiers du déplacement lourd total (67,8 %).

Cette solution de chargement nous semble donc être le meilleur rapport entre le rendement commercial et le maintien des possibilités nautiques. Nul doute qu'une telle configuration devait faire office de standard et qu'elle a dû être maintes fois pratiquée.

Chargement de 19,91 tonnes – déplacement de 27,45 tonnes

Un chargement de 20 tonnes, qui traduit la volonté d'augmenter la charge utile tout en maintenant un minimum de qualités nautiques, représente exactement le compromis inverse de celui observé dans le cas du chargement de 8,58 tonnes. La stabilité transversale diminue encore clairement, le bras de levier maximum n'étant plus que de 0,16 m atteint à 28° de gîte. Associée à un franc-bord désormais relativement réduit, qui entraîne une immersion du livet à 9,84° de gîte et un envahissement à 20,9°, cette stabilité transversale ne permet plus de naviguer dans des conditions de mer et de vent aussi variées que précédemment : le seuil critique est estimé à 17 nœuds (force 4-5 Beaufort).

Le rendement commercial est donc ici largement favorisé au détriment des qualités nautiques, le chargement de 19,91 tonnes métriques représente 72,5 % du déplacement total. On peut penser que cette configuration, très intéressante du point de vue de l'armateur et malgré une sécurité à la mer grandement dégradée, devait être assez souvent mise en œuvre si les conditions le permettaient.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Chargement de 25,20 tonnes – déplacement de 32,74 tonnes

Il s'agit ici d'une configuration extrême, mais qui paraît néanmoins envisageable au regard d'exemples ethnographiques[49], d'où l'intérêt d'en évaluer tout de même les caractéristiques.

Concernant la stabilité transversale, les indicateurs ont diminué jusqu'à atteindre des niveaux réellement critiques car le bras de levier maximum n'est plus que de 0,11 m atteint à 25° de gîte. Toutefois, l'angle d'envahissement étant de 13°, on rabaissera le bras de redressement maximum théorique à 0,09 m. Compte tenu du franc-bord réduit à l'épaisseur de la préceinte, l'angle d'immersion du livet est réduit à 5,61°.

Dans ces conditions, le navire est tout juste à même de soutenir un vent de 15 nœuds (force 4 Beaufort). Au final, c'est là une situation d'exception qui ne semble réalisable qu'à certaines conditions de navigation très limitées : vent faible, mer calme et petite traversée. Cependant une telle prise de risque se justifie certainement par le surplus de gain engendré par une cargaison démesurée (25,20 tonnes de port en lourd, soit 77 % du déplacement lourd total). La possibilité de rencontrer en navigation une telle configuration ne peut donc être négligée.

Bilan de l'étude hydrostatique

Au regard de ces diverses configurations de charge, une première constatation s'impose : la stabilité transversale de notre restitution est limitée. Elle résulte d'une stabilité de forme presque inexistante, la section transversale s'inscrivant pratiquement à l'intérieur d'un cercle de 1,77 m de rayon (fig. 43).

Sachant cela, on est en droit de penser qu'une attention toute particulière a dû être portée sur le positionnement des poids avant chaque navigation, afin d'abaisser le centre de gravité du navire et d'optimiser de cette manière sa stabilité de poids. Malgré ce constat, notre restitution ne semble pas à même de pouvoir faire face à des conditions météorologiques très variées car les seuils critiques de navigation sont très bas (force 4-5 Beaufort, si l'on ne considère que le vent). La capacité de ce navire à affronter un fort coup de vent paraît donc limitée.

On peut considérer que le port en lourd standard de *Napoli A* s'établit aux alentours de 16 tonnes métriques (t. m), pour un déplacement total d'environ 23,5 t. m. C'est, nous l'avons vu, la configuration offrant le meilleur compromis entre rendement commercial et stabilité. Toutefois, d'autres configurations de chargement s'avèrent envisageables : une variation de plus ou moins quatre tonnes métriques permet dans un cas d'améliorer la tenue à la mer (pour un port en lourd d'environ 12 t. m), dans l'autre d'augmenter la portée utile (pour un port en lourd d'environ 20 t. m), tout en ménageant dans les deux cas un compromis rendement/stabilité toujours intéressant.

Par ailleurs, des conditions de chargement plus inhabituelles pouvaient aussi s'effectuer : un chargement mineur de quelques tonnes permet au navire de se déplacer en sécurité, à l'inverse de la navigation en lège qui s'avère beaucoup trop périlleuse et que l'on juge invraisemblable. En revanche, un chargement maximum, d'environ 25 t. m de port en lourd, semble être une entreprise inconsidérée. Pour autant, les conditions météorologiques du golfe de Naples, associées à l'intérêt commercial d'une telle opération ainsi que divers exemples récents de prises de risques, amènent à envisager sérieusement cette configuration comme une possibilité.

Il serait regrettable de ne retenir qu'un seul chiffre pour le port en lourd de notre restitution de l'épave *Napoli A*. Nous proposons donc plutôt de se référer à une fourchette représentative établie entre 13 t. m et 20 t. m, tout en évoquant exceptionnellement une surcharge jusqu'à 25 t. m.

ESPACE DE NAVIGATION

Les études statistiques météorologiques modernes du golfe de Naples permettent de distinguer les trois principaux flux de vent qui l'animent (fig. 45[50]). Les vents dominants proviennent principalement du secteur OSO durant les mois les plus chauds et du secteur NE pour les mois les plus froids. À ceux-ci viennent s'ajouter des brises thermiques légères s'établissant elles aussi sur un axe NE-SO[51].

L'intensité de ces vents demeure très limitée, généralement moins de 15 nœuds (soit force 4 Beaufort), si l'on excepte les rares et forts coups de vent de SO et NE, générés par des passages de systèmes dépressionnaires sur le golfe et qui interviennent principalement entre octobre et mai. Hors de cette période hivernale, on peut estimer à 12 (sur 184 au total) le nombre de journées susceptibles de présenter une météo défavorable (Beaufort supérieur à 4) à la navigation d'un navire ayant les caractéristiques nautiques de *Napoli A*.

De la même manière, on peut évaluer annuellement l'état de la mer et les hauteurs de vagues en fonction de l'intensité des vents[52]. Il apparaît ainsi que sur la période de mai à octobre la hauteur significative des vagues ne dépasse pas un mètre de hauteur plus d'une dizaine de jours. De telles conditions font vraisemblablement de la baie de Naples une aire protégée et relativement favorable à la navigation d'un navire à la stabilité transversale réduite comme *Napoli A*.

Il est tentant d'effectuer le rapprochement de cette donnée avec les caractéristiques de notre navire : si la stabilité transversale de l'hypothèse de restitution n'est pas des plus développées, il s'avère néanmoins indéniable que l'espace de navigation le plus proche qui puisse lui être relié ne présente pas un profil météorologique en contradiction avec ses capacités nautiques.

49. Nombre d'exemples ethnographiques nous sont ainsi parvenus démontrant, qu'exceptionnellement au moins, les navires de charge pouvaient évoluer avec un chargement extrêmement important, réduisant à presque rien le franc-bord et annihilant toute marge de sécurité à la gîte : *peramataki* grecs (Damianidis 1989, vol. 2, fig. 39), *bracera* croates (Salamon, Bobanac 2008, p. 60), allèges d'Arles (Rigaud 2001, p. 22-23).

50. Pour l'ensemble des observations météorologiques, se reporter à Menna 2007, p. 50-51.

51. Les statistiques annuelles du vent diurne dans le golfe de Naples sur la période 2000-2017 sont disponibles sur internet aux adresses suivantes : http://fr.windfinder.com/windstats/windstatistic_napoli.htm (consulté le 07/02/2018) et http://wisuki.com/statistics/1951/golfo-di-napoli (consulté le 07/02/2018).

52. Voir le site web : http://wisuki.com/spot/1951/golfo-di-napoli (consulté le 07/02/2018).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

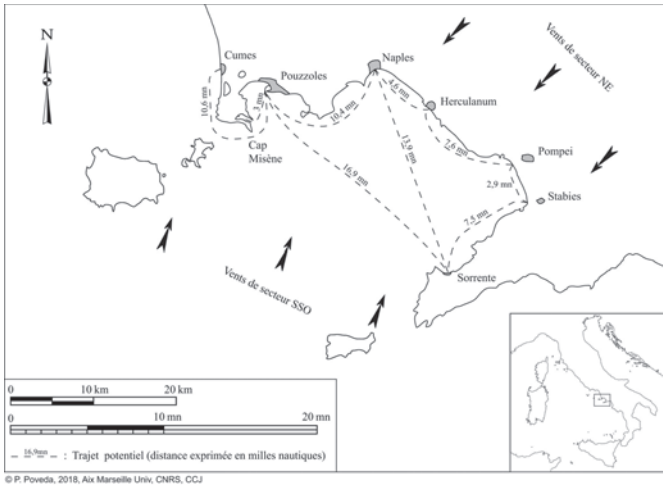


Fig. 45 : *Carte de la baie de Naples illustrant le régime des vents dominants et différents trajets (dessin P. Poveda).*

L'hypothèse d'une conception délibérée de *Napoli A* afin de correspondre à cet espace maritime réduit qu'est le golfe de Naples, paraît être une possibilité sans toutefois que l'on puisse être assuré. On remarquera que le régime des vents le long de la côte italienne bordant la mer Tyrrhénienne (entre 6,6 % et 15,4 % de journées au-delà de 4 Beaufort selon les zones[53]) présente un profil qui permet une extension possible de la zone de navigation de *Napoli A* au moins jusqu'à Rome. Les conditions de cette traversée y sont moins favorables que celles rencontrées dans le golfe de Naples, pour autant elles restent à des niveaux raisonnables et, compte tenu des qualités nautiques du navire, permettent d'y envisager une navigation régulière.

CONCLUSION

Au terme de cette étude du voilier *Napoli A*, il semble utile d'en rappeler les résultats les plus importants.

Nous avons émis l'hypothèse que ce voilier pouvait appartenir à une variante du type romano-impérial, peut-être propre à la Méditerranée centrale. Cette version simplifiée se distingue par la mise en œuvre de la carlingue/emplanture du mât sans l'intermédiaire de carlingots et par une forme de carène sans retour de galbords.

Le bateau se caractérise également par un plan de bordé symétrique faisant intervenir des joints perdus placés au même niveau et intercalés entre deux virures pleines. Cette solution de construction est bien adaptée à une forme de carène qui présente la particularité d'être très arrondie sur le plan transversal.

Cette construction soignée du bordé se reflète aussi dans le façonnage de la membrure qui fait appel à une succession de varangues ou de demi-couples asymétriques dans la zone centrale, au niveau de la carlingue/emplanture du mât, tandis que les extrémités présentent l'alternance classique entre varangues et demi-couples. Cette membrure, moyennement dense et composée en bonne partie par des éléments croisant la quille, témoigne à n'en pas douter d'une construction robuste. On notera également que les varangues des extrémités sont assemblées à la quille par trois types de liaisons que l'on interprète comme le résultat du travail de différents charpentiers, soit au moment de la construction, soit lors des nombreux travaux de réparation.

L'attention portée à la construction de *Napoli A* s'apprécie aussi dans le choix des essences de bois qui offrent une homogénéité surprenante au niveau de la membrure, avec l'utilisation quasi exclusive du noyer.

Si les analyses xylologiques et les diagrammes polliniques corroborent l'hypothèse d'une construction locale par des charpentiers de marine utilisant des bois de provenance régionale, peut-être expressément, ou en partie, cultivés pour la construction navale (noyer), l'analyse architecturale a démontré que ce navire a vécu longtemps avant d'être définitivement mis de côté. En témoignent les nombreuses réparations réalisées avec des techniques variées sur des chantiers et par des charpentiers divers, probablement à plusieurs reprises. Au moins une même action de réparation semble pouvoir être isolée par l'utilisation du même type de bois de basse qualité (peuplier) et la même technique (découpe des bordages et clouage de la planche de réparation sur la membrure). On notera aussi que la quille est bien abîmée et érodée dans sa partie inférieure, probablement à cause des tirages à sec successifs, témoignant à la fois de probables échouages pour le chargement et le déchargement des marchandises, mais aussi des carénages multiples.

Si l'on met en parallèle la réutilisation de pièces architecturales issues d'autres navires, les activités de réparation répétées et l'extrême vétusté de la coque avec les données issues des analyses dendrochronologiques et radiocarbone, on constate une durée de vie assez inhabituelle, de l'ordre de la cinquantaine voire de la centaine d'années.

Enfin, les caractéristiques principales observées sur les vestiges conservés, les résultats issus de l'étude xylologique qui tranchent pour une origine et une construction locale, la restitution proposée et les considérations sur l'étude hydrostatique et sur les capacités nautiques, confirment l'identification de *Napoli A* comme un petit navire de commerce navigant dans une zone bien définie de la Méditerranée occidentale correspondant, vraisemblablement, à la partie centrale et orientale de la mer Tyrrhénienne. L'utilisation de ce voilier à la stabilité transversale plutôt restreinte et à la capacité de charge limitée ne semble en revanche pas avoir posé de problèmes particuliers à sa bonne exploitation, comme en témoigne son apparente longévité (fig. 46).

Giulia Boetto
Aix Marseille Univ, CNRS,
Centre Camille Jullian,
Aix-en-Provence, France
boetto@mmsh.univ-aix.fr

Pierre Poveda
Aix Marseille Univ, CNRS,
Centre Camille Jullian,
Aix-en-Provence, France
poveda@mmsh.univ-aix.fr

53. Pour cette partie du littoral tyrrhénien, nous avons consulté les données relatives à l'île de Ponza (https://www.windfinder.com/windstatistics/ponza, consulté le 07/02/2018) et au Lido di Latina (https://www.windfinder.com/windstatistics/lido-di-latina_foce-verde, consulté le 07/02/2018).

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART

Fig. 46 : *Vue de trois-quarts arrière du modèle 3D de restitution complet de* Napoli A *(dessin P. Poveda).*

BIBLIOGRAPHIE

Allevato E., Russo Ermolli E., Boetto G., Di Pasquale G.

2010 Pollen-wood analysis at the *Neapolis* harbour site (1st-3rd century AD, Southern Italy) and its archaeobotanical implications, *Journal of Archaeological Science,* 37, p. 2365-2375.

Amato L., Carsana V., Cinque A., Di Donato V., Giampaola D., Guastaferro C. Russo Ermolli E.

2009 Ricrostruzioni morfoevolutive nel territorio di Napoli: l'evoluzione tardo pleistocenica-olocenica e le linee di riva in epoca storica, dans Ch. Morhange, V. Amato, N. Marriner, P. Romano, E. Russo-Ermolli (dir.), *Géoarchéologie de la péninsule italienne. Mélanges offerts au professeur Aldo Cinque* (Méditerranée, 112), p. 23-31.

Basch L.

1987 *Le musée imaginaire de la marine antique*, Athènes, Institut Hellénique pour la Préservation de la Tradition Nautique.

Becatti G.

1961 *Mosaici e pavimenti marmorei,* Rome, Istituto Poligrafico dello Stato (Scavi di Ostia, IV).

Boetto G.

2005 *Le navi romane di Napoli,* dans Giampaola *et al*. 2005, p. 63-76.

2006 *Les navires de Fiumicino (Italie) : architecture, matériaux, types et fonctions. Contribution à l'étude du système portuaire de Rome à l'époque impériale*, thèse de doctorat, Université de Provence, Aix Marseille I, sous la direction de P. Pomey, Aix-en-Provence [non publiée].

2007 *Le navi romane di Napoli. Metodologie d'intervento e descrizione delle strutture*, Aix-en-Provence, Centre Camille-Jullian, 2 vol. [rapport non publié].

2009 New archaeological evidences of the *Horeia*-type vessels: the Roman Napoli C shipwreck from Naples (Italy) and the boats of Toulon (France) compared, dans R. Bockius (ed.), *Between the seas. Transfer and Exchange in Nautical Technology. Proceedings of the Eleventh International Symposium of Boat and Ship Archaeology (ISBSA 11), Mainz, 2006,* Mayence, Verlag des RGZM (RGZM Tagungen Bd, 3), p. 289-296.

2010 Le port vu de la mer : l'apport de l'archéologie navale à l'étude des ports antiques, dans M. Dalla Riva (ed.), *Meetings between Cultures in the Ancient Mediterranean. Proceedings of the*

17th International Congress of Classical Archaeology, Rome, 2008, Rome, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, (Bollettino di archeologia on line, Volume Speciale, I), p. 112-128.

Boetto G., Poveda P.

2014 La restitution de *Napoli C*, un navire romain à tableau, dans P. Pomey (dir.), Ports et navires dans l'Antiquité et à l'époque byzantine, *Dossiers d'Archéologie*, 364, Juillet-Août, p. 64-65.

Boetto G., Radić Rossi I.

2017 Ancient Ships from the Bay of Caska (Island of Pag, Croatia), dans J. Litwin (ed.), *Baltic and Beyond, Change and continuity in shipbuilding, Proceedings of the Fourteenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 14), Gdańsk, 2015*, Gdańsk, National Maritime Museum, p. 279-288.

Boetto G., Carsana V., Giampaola D.

2010 I relitti di Napoli e il loro contesto portuale, dans S. Medas, M. D'Agostino, G. Caniato (dir.), *Archeologia, Storia e Etnografia Navale, Atti del I Convegno Nazionale, Cesenatico, 2008*, Bari, ISTIAEN-Edipuglia (Collection Navis), p. 115-122.

Boetto G., Koncani Uhač I., Uhač M.

2017 Sewn ships from Istria (Croatia), dans J. Litwin (ed.), *Baltic and Beyond, Change and continuity in shipbuilding, Proceedings of the Fourteenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 14), Gdańsk, 2015*, Gdańsk, National Maritime Museum, p. 189-198.

Boetto G., Zazzaro Ch., Giampaola D., Carsana V., Davidde Petriaggi B., Di Giovanni A.

à paraître Nuovi relitti dagli scavi del porto antico di Napoli, dans *Archeologia, Storia e Etnografia Navale, Atti del III Convegno Nazionale, Cesenatico, 2016*.

Bonillo J.-L., Borruey R., Espinas J.-D., Picon A. (dir.)

1991 *Marseille Ville & Port*, Marseille, Parenthèses.

Boudriot J.

1987 *John Paul Jones and the Bonhomme Richard*, Paris, ANCRE.

Bruni S. (dir.)

2000 *Le navi antiche di Pisa ad un anno dall'inizio delle ricerche*, Florence, Edizioni Polistampa.

2003 *Il porto urbano di Pisa antica. La fase etrusca, il contesto e il relitto ellenistico,* Milan, Silvana Editoriale.

Camilli A.

2002 *Il cantiere delle navi di Pisa. La nave C « Giuditta » dallo scavo al laboratorio*, Florence, Ministero per i Beni e le Attività culturali.

2004 Il cantiere delle navi antiche di Pisa: note sull'ambiente e sulla periodizzazione del deposito, *Archaeologia Marittima Mediterranea*, 1, [2005], p. 53-75.

Camilli A., Setari E. (ed.)

2005 *Ancient Shipwreck of Pisa. A Guide*, Venise, Electa.

Camilli A., De Laurenzi A., Setari E. (dir.)

2006 Alkedo. *Navi e commerci della Pisa romana*, catalogue de l'exposition, Pontedera (Pise), Edizioni Bandecchi & Vivaldi.

Capulli M.

2014 La nave romana di Monfalcone: passato, presente e futuro, dans A. Asta, G. Caniato, D. Gnola, S. Medas (dir.), *Archeologia, Storia e Etnografia Navale, Atti del II Convegno Nazionale, Cesenatico, 2012*, Padoue, Libreria Universitaria (Collection Navis, 5), p. 361-365.

Carsana V., Febbraro S., Giampaola D., Guastaferro C., Irollo G., Ruello M. R.

2009 Evoluzione del paesaggio costiero tra *Parthenope* e *Neapolis*. Una sintesi geoarcheologica per l'area dell'antico porto, dans Ch. Morhange, V. Amato, N. Marriner, P. Romano, E. Russo-Ermolli (dir.), *Géoarchéologie de la péninsule italienne. Mélanges offerts au professeur Aldo Cinque* (Méditerranée, 112), p. 15-22.

Casson L.

1971 *Ship and Seamanship in the Ancient World*, Baltimore/London John Hopkins University Press (réédition 1995).

Charlin G., Gassend J. M., Lequément R.

1978 L'épave antique de Cavalière (Le Lavandou, Var), *Archaeonautica*, 2, p. 9-93.

Cinque A., Irollo G., Romano P., Ruello M. R., Amato L., Giampaola D.

2011 Ground mouvement and sea level changes in urban areas: 5 000 years of geological and archaeological record from Naples (Southern Italy), *Quaternary International*, 232, 1, p. 45-55.

D'Agostino B., Giampaola P.

2005 Osservazioni storiche e archeologiche sulla fondazione di *Neapolis*, dans W. V. Harris, E. Lo Cascio (dir.), Noctes Campanae. *Studi di storia antica e archeologia dell'Italia pre-romana e romana in memoria di Martin W. Frederiksen*, Naples, Luciano Editore, p. 63-72.

Damianidis K.

1989 *Vernacular boats and boatbuilding in Greece*, 2 vol., thèse de doctorat sous la direction de Robert Prescott, Université de Saint Andrews [non publiée].

Di Donato V., Ruello M. R., Liuzza V., Carsana V., Giampaola D., Di Vito M., Morhange Ch., Cinque A., Russo Ermolli E.

2018 Development and decline of the ancient harbor of Neapolis, *Geoarchaeology*, p. 1-16. https://doi.org/10.1002/gea.21673

Dumas V.

1999 *Les objets en bois : outils, accastillage de marine, objets divers*, dans A. Hesnard, M. Moliner, F. Conche, M. Bouiron (dir.), *Parcours de Ville. Marseille : 10 ans d'archéologie, 2 600 ans d'histoire*, Aix-en-Provence, Musée de Marseille/Éditions Édisud, p. 62-69.

Foerster L.

1979 News: Spain. Los Ullastres, *IJNA*, 8.2, p. 172-174.

Gassend J. M., Liou B.

1990 L'épave *Saint-Gervais 3* à Fos-sur-Mer (milieu du IIe siècle ap. J.-C), *Archaeonautica*, 10, p. 157-264.

Gassend J. M., Liou B., Ximenes S.

1984 L'épave 2 de l'anse des Laurons (Martigues, Bouches-du-Rhône), *Archaeonautica*, 4, p. 76-105.

Giampaola D.

2010 Il paesaggio costiero di *Neapolis* tra Greci e Bizantini, dans D. Giampaola (dir.), *Napoli. La città e il mare: piazza Bovio tra Romani e Bizantini*, catalogue de l'exposition, Milan, Electa, p. 17-22.

2017a *Parthenope, Neapolis* e il suo porto, dans M. Osanna, C. Rescigno (dir.), *Pompei e i Greci*, catalogue de l'exposition, Milan, Electa, p. 207-213.

2017b Napoli antica, dans I. Ferraro (dir.), *Napoli, Atlante della città storica. Centro Antico*, Naples, Oikos edizioni, 2e éd., p. 10-37.

Giampaola D., Carsana V.

2005 *Neapolis*. Le nuove scoperte: la città, il porto e le macchine, dans E. Lo Sardo (dir.), *Eureka! Il genio degli antichi*, catalogue de l'exposition, Naples, Electa, p. 116-122.

Giampaola D., Carsana V., Boetto G., Crema F., Florio C., Panza D., Bartolini M., Capretti C., Galotta G., Giachi G., Macchioni N., Nugari M.P., Pizzo B.

2005 La scoperta del porto di *Neapolis*: dalla ricostruzione topografica allo scavo e al recupero dei relitti, *Archaeologia Maritima Mediterranea*, 2, [2006], p. 47-91.

Guibal F.

1998 Dendrocronologie et dendromorphologie, dans G. Volpe (dir.), *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo. Storie delle acque, VIII ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia*, *Certosa di Pontignano (Siena), 1996*, Florence, Edizioni all'Insegna del Giglio, p. 425-446.

Guibal F., Pomey P.

2003 Timber supply and ancient naval architecture, dans C. Beltrame (ed.), *Boat and Shipyards, Proceedings of the Ninth International Symposium of Boat and Ship Archaeology (ISBSA 9), Venice, 2000*, Oxford, Oxbow Books, p. 35-40.

Jensen K.

1999 *Documentation and Analysis of Ancient Ships*, thèse de doctorat, Technical University of Denmark, Lyngby [non publiée].

Jézégou M.-P.

2014 *Les fouilles de l'épave de Mandirac, Narbonne (Aude)*, PCR Les ports antiques de Narbonne, vol. 3 [rapport d'opération, inédit].

Jézégou M. P., Descamps C.

1998 Les vestiges du système de gouvernail découverts sur l'épave de La Mirande (Port-Vendres V), dans Rieth E. (éd.), *Méditerranée antique : pêche, commerce, navigation, Actes du Congrès National des Sociétés Historiques et Scientifiques, 120e, Aix-en-Provence, 1995*, *121e, Nice, 1996*, Paris, CTHS, p. 189-196.

Josi E.

1928 *Le pitture rinvenute nel cimitero dei Giordani*, Rome, Ferrari.

Krantz J.

1852 *Éléments de la théorie du navire*, Toulon, Andrieu.

Martinelli N., Pignatelli O.

2005 *Datazione assoluta di precisione dei relitti e delle strutture rinvenuti nello scavo di Piazza Municipio a Napoli (Relazione tecnico-scientifica)*, Vérone, Dendrodata s.a.s. [rapport non publié].

Medas S.

2001 Il relitto tardo-romano del Parco di Teodorico a Ravenna, *NAVIS, rassegna di studi di archeologia, etnologia e storia navale,* 2, p. 104-18.

2003 The Late-Roman "Parco di Teodorico" Wreck, Ravenna, Italy: Preliminary Remarks on the Hull and the Shipbuilding, dans C. Beltrame (ed.), *Boats, Ships and Shipyards, Proceedings of the Ninth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 9), Venice, 2000*, Oxford, Oxbow, p. 42-48.

Menna M.

2007 *Misure di correnti superficiali nel Golfo di Napoli eseguite con radar costiero*, thèse de doctorat, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Naples [non publiée].

Pékary I.

1999 *Repertorium der Hellenistischen und Römischen Schiffsdarstellungen*, Münster, R. Festge (Boreas, 8).

Pignatelli O.

2004 *Indagine dendrocronologica dei relitti e delle strutture lignee rinvenuti nello scavo di Piazza Municipio a Napoli*, Vérone, Dendrodata s.a.s. [rapport non publié].

Pomey P.

1978 Les navires de commerce romains, *Les Dossiers de l'Archéologie*, 29, p. 20-29.

1988 Principes et méthodes de construction en architecture navale antique, dans *Navires et commerces de la Méditerranée antique, Mélanges J. Rougé,* Lyon, Comité historique du Centre-Est (Cahiers d'Histoire, XXXIII, 3-4), p. 397-412.

1995 Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille, *CRAI*, p. 459-48.

1998 Conception et réalisation des navires de l'Antiquité méditerranéenne, dans É. Rieth (dir.), *Concevoir et construire les navires. De la trière au picoteux,* Ramonville Saint-Agne, Éditions Erès, p. 49-72.

1999 Les épaves romaines de la place Jules-Verne à Marseille : des bateaux dragues ?, dans H. Tzalas (dir.), *Tropis V, Proceedings of the 5th International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Nauplia, 1993,* Athènes, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, p. 321-328.

2004 Principles and Methods of Construction in Ancient Naval Architecture, dans F. M. Hocker, C.A. Ward (eds), *The Philosophy of Shipbuilding. Conceptual Approaches to the Study of Wooden Ships,* College Station, Texas A&M University Press, p. 25-36.

2009 Archéologie navale et archéologie expérimentale : les modèles d'étude, les maquettes de restitution et les répliques navigantes, dans X. Nieto, M. A. Cau (dir.), *Arqueologia nàutica mediterrània*, Gérone, CASC/Museu d'Arqueologia de Catalunya, (Monografies del CASC, 8), p. 411-417.

2014 L'entretien des ports antiques. Les chalands à clapet de Marseille, dans P. Pomey (dir.), Ports et navires dans l'Antiquité et à l'époque byzantine*, Dossiers d'Archéologie*, 364, Juillet-Août, p. 62-63.

Pomey P. (dir.)

1997 *La navigation dans l'Antiquité*, Aix-en-Provence, Edisud.

Pomey P., Rieth É.

2005 *L'archéologie navale,* Paris, Errance (Collection archéologique).

Pomey P., Kahanov Y., Rieth É.

2012 Transition from Shell to Skeleton in Ancient Mediterranean Ship-Construction: analysis, problems, and future research, *IJNA,* 41.2, p. 235-314

Poveda P.

2012a *Le navire antique comme instrument du commerce maritime : restitutions 3D, tonnage, qualités nautiques et calculs hydrostatiques des épaves : Napoli A, Napoli C, Dramont E et Jules-Verne 7*, thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, sous la direction de P. Pomey, Aix-en-Provence [non publiée].

2012b Hypothetical reconstruction of the *Dramont E* Shipwreck, dans N. Günsenin (ed.), *Between continents, Proceedings of the Twelfth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 12), Istanbul, 2009*, Istanbul, Ege Yayinlari, p. 331-336.

2013 La réalisation du plan des formes et les méthodes d'analyses de la restitution du navire de la Canche, dans E. Rieth (dir.), *L'épave de la première moitié du xve siècle de la Canche à Beutin (Pas-de-Calais)*, Villeneuve d'Ascq, Université Lille (Revue du Nord, Histoire, collection art et archéologie, 20), p. 127-135.

2015 Méthodes de reconstruction des navires antiques : nouveaux outils et nouvelles analyses des restitutions en archéologie navale, dans *Les nouveaux enjeux de l'archéologie sous-marine,* Paris, Presses de l'Université de Paris-Sorbonne (Revue d'Histoire Maritime, 21), p. 157-169.

2017 Les modèles tridimensionnels de l'épave *Dramont E*. Hydrostatique et réalité virtuelle au service de la restitution en archéologie navale, *Archaeonautica*, 19, p. 27-40.

Remotti E. (dir.)

2012 *Il bagaglio di un marinaio*, Rome, Aracne Editrice (coll. Museo delle Navi, 1).

Rigaud Ph.

2001 La marine arlésienne depuis l'Antiquité jusqu'au xixe siècle, *Chasse-Marée. Histoire et ethnologie maritime*, 146, p. 16-27.

Roman R.

1997 *Étude architecturale comparative de sept navires de commerce gréco-romains et byzantins*, thèse de doctorat, Université de Provence, sous la direction de A. Tchernia, Aix-en-Provence [non publiée].

Russo Ermolli E., Romano P., Ruello M. R., Barone Lamuga M. R.

2014 The natural and cultural landscape of Naples (southern Italy) during the Graeco-Roman and Late antique periods, *Journal of Archaeological Science*, 42, p. 399-411.

Salamon V., Bobanac N.

2008 La *bracera*, caboteur de l'Adriatique, *Chasse-Marée. Histoire et ethnologie maritime,* 206, p. 56-61.

Sanchez C., Jézégou M.-P., Favennec B.

2014 Une épave de l'Antiquité tardive, in *Les ports antiques de Narbonne*, Narbonne, Parc régional de la Narbonnaise en Méditerranée, Le Pays cathare, (Les carnets du parc, 15), p. 70-71.

Schnepp P.

1989 Le port de La Rochelle. Des siècles de lutte contre l'envasement, *Chasse-Marée. Histoire et ethnologie maritime,* 44, p. 18-23.

CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART - CNRS ÉDITIONS - TIRÉS À PART