



**HAL**  
open science

## Analyse dendrochronologique des épaves Toulon 2 et 3-4

Lisa Shindo, Frédéric Guibal

► **To cite this version:**

Lisa Shindo, Frédéric Guibal. Analyse dendrochronologique des épaves Toulon 2 et 3-4. Brun J.-P.; Pasqualini M.; Boetto G.; Botte E. Toulon, Telo Martius, une agglomération portuaire romaine de la cité d'Arles: les fouilles, le mobilier, les épaves (recherches 1978-1988), Presses Universitaires de Provence, pp.387-389, 2022, Archéologies méditerranéennes. BiAMA 31, 9791032003756. hal-04057685

**HAL Id: hal-04057685**

**<https://amu.hal.science/hal-04057685>**

Submitted on 14 Apr 2023

**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.

tal qu'a joué l'environnement dans l'approvisionnement des chantiers navals méditerranéens et comment celui-ci a pu conditionner indirectement les techniques de construction des navires.

Parmi les essences identifiées sur les épaves de Toulon, figurent des bois aux qualités différentes et dont la plupart pouvait provenir de forêts proches. Cela nous permet d'émettre l'hypothèse d'une construction locale, peut-être dans un chantier situé dans le port de *Telo Martius*. Cette construction locale est probable pour les petites *horeiae* dont l'usage était lié à la vie du port ou à une activité de pêche. En revanche, pour les voiliers, la question est plus complexe car, par leur utilisation et leurs dimensions, ces embarcations pouvaient sillonner la Méditerranée et avoir donc été construites sur d'autres côtes aux caractéristiques floristiques similaires.

## 7. Analyse dendrochronologique des épaves Toulon 2 et 3-4

Lisa Shindo<sup>a</sup>, Frédéric Guibal<sup>b</sup>

a. Cluster of excellence ROOTS, Christian-Albrechts University, Kiel, Allemagne

b. Aix Marseille Univ, Avignon Université, CNRS, IRD, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale

Parmi les épaves d'époque romaine découvertes dans le port antique de Toulon, seulement deux, *Toulon 2* et *3-4*, ont fait l'objet d'une analyse dendrochronologique afin de dater l'année d'abattage des arbres dans lesquels les pièces architecturales ont été confectionnées.

Plus précise que la datation du bois par le radiocarbone, la dendrochronologie exige qu'un certain nombre de prérequis soient satisfaits. Pour ne citer que les principaux, l'essence du bois, le nombre de pièces de bois exploitables et le nombre de cernes qu'elles délivrent, la disponibilité des chronologies de référence conditionnent la probabilité de dater l'échantillon et contraignent donc très sérieusement la pratique de cette analyse. Une autre difficulté propre aux épaves est liée à un contexte particulier qui met en jeu une catégorie d'objets dits mobiles.

L'analyse des épaves cumule donc une somme de difficultés parmi lesquelles figurent l'état de conservation du bois, le débitage des pièces et le nombre de cernes qu'elles offrent, le nombre d'arbres utilisés pour la confection des pièces, la période concernée et l'origine géographique des arbres par rapport au lieu de la découverte de l'épave<sup>167</sup>.

Enfin, pour les deux épaves de Toulon analysées, à toutes ces difficultés est venu s'ajouter le fait que l'étude a été menée sur des pièces préalablement lyophilisées, sur lesquelles le

plan transversal était loin d'offrir la meilleure lisibilité des cernes possible.

### 7.1 Méthodes d'analyse

Après découpe à la scie à ruban des échantillons qui, parmi les pièces de bordé et de vaigrage, présentaient plus d'une cinquantaine de cernes<sup>168</sup>, le plan transversal de chaque échantillon a été rafraîchi à la lame de rasoir ou poncé afin d'améliorer la lisibilité des cernes.

Les séries élémentaires d'épaisseurs des cernes ont été mesurées avec une précision de 1/100 mm à l'aide de la table à mesurer LINTAB<sup>®</sup> RinnTech et du système TSAP de la société Rinntech (Heidelberg, Allemagne). Afin d'amoindrir autant que possible l'effet d'éventuelles variations propres à l'orientation sur le tronc, deux séries de mesures ont été effectuées sur les deux rayons opposés par rapport à la moelle, lorsque le débitage de la pièce (ex. bois de brin ou demi-tronc) le permettait. Les synchronisations inter-sérielles ont été établies à l'aide de tests statistiques mettant en œuvre la corrélation mathématique entre les séries chronologiques comparées deux à deux (logiciels TSAP et Dendron IV<sup>169</sup>) et de la comparaison visuelle des courbes des variations temporelles des épaisseurs des cernes : la datation est donc établie selon des critères de concordance statistique et visuelle.

Avant de rechercher des synchronismes entre pièces de bois, les séries d'épaisseurs de cerne ont été standardisées. La standardisation permet de réduire les signaux de basse- et moyenne-fréquence propres à une série élémentaire, notamment la décroissance générale de l'épaisseur des cernes avec l'âge et la géométrie du tronc, et d'accentuer les variations inter-annuelles (haute-fréquence) communes à toutes les séries.

Les épaisseurs brutes ont été standardisées selon les méthodes du Corridor<sup>170</sup> et selon la transformation en indices E de Besançon<sup>171</sup>.

### 7.2 Résultats

Les résultats des analyses dendrochronologiques des épaves *Toulon 2* et *Toulon 3-4* sont présentés ci-dessous. Les épaves *Toulon 4* et *Toulon 7*, dont les pièces offraient un nombre de cernes insuffisant, n'ont pas été analysées. L'épave *Toulon 1* n'a pas fait l'objet de prélèvements.

168 Cette opération a été réalisée par Aziz Grosse à la Dendrothèque d'Aix-en-Provence (Dépôt archéologique des Milles, SRA Aix-en-Provence).

169 Dendron IV, développé avec RunRev LiveCode (Edimbourg, Ecosse), par Georges-Noël Lambert (CNRS, Université de Franche-Comté, Besançon, France et Université de Liège, Belgique). Version : 2015/02/04.

170 Durost 2005, Lambert 2006.

171 Lambert, Lavier 1992, 127.

167 Guibal, Greck 2014.

### 7.2.1 Toulon 2

#### Etude des pièces en chêne

Quatre séries en chêne synchrones représentatives de quatre échantillons prélevés sur la troisième vague tribord (6VAI3T), dont les derniers cernes mesurés s'inscrivent dans un intervalle de 14 années, ont permis de bâtir une chronologie moyenne longue de 167 années (**fig. 158**).

#### Etude des pièces en pin type sylvestre

Parmi les 14 échantillons provenant de quatre virures en pin type sylvestre du bordé<sup>172</sup>, 10 corrélaient entre elles et procurent une chronologie moyenne longue de 151 années (**fig. 159**). Leurs derniers cernes sont séparés d'au maximum 50 années. Les quatre autres séries ne corrélaient ni entre elles, ni avec les précédentes.

### 7.2.2 Toulon 3-4

#### Etude des pièces en sapin et en épicéa

L'analyse combinée de pièces appartenant à des essences différentes, appelée hétéroconnexion<sup>173</sup> est un exercice qui consiste à comparer des séries de cernes représentatives d'essences différentes. Dans le cas de l'épave *Toulon 3-4*, elle se justifie par le fait que le nombre de pièces de sapin prélevé sur le bordé est faible et que cette essence a été mise en œuvre dans ce bateau à côté de l'épicéa. Ces deux conifères, souvent rencontrés en mélange dans le milieu naturel, ont des autécologies assez proches. Au total, neuf pièces synchrones provenant de six virures diverses<sup>174</sup>, dont les derniers cernes mesurés s'inscrivent dans un intervalle de 47 années, ont permis de bâtir une chronologie moyenne longue de 138 années (**fig. 160**).

L'écart parfois important noté parmi les années terminales d'une série élémentaire à l'autre ne doit pas être interprété comme des différences chronologiques dans l'année d'abatage de l'arbre d'où la pièce a été tirée car, pour des raisons liées à l'équarrissage de la bille ou à l'altération de la pièce dans les conditions de dépôt locales, le dernier cerne mesuré correspond rarement à l'année de mort de l'arbre.

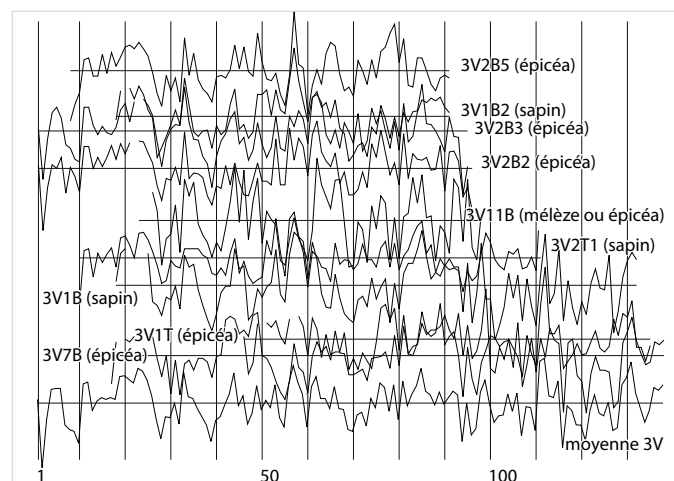
## 7.3 Discussion

Les chronologies moyennes et les chronologies individuelles qui n'avaient pas été synchronisées ont été comparées aux chronologies de référence disponibles pour la période

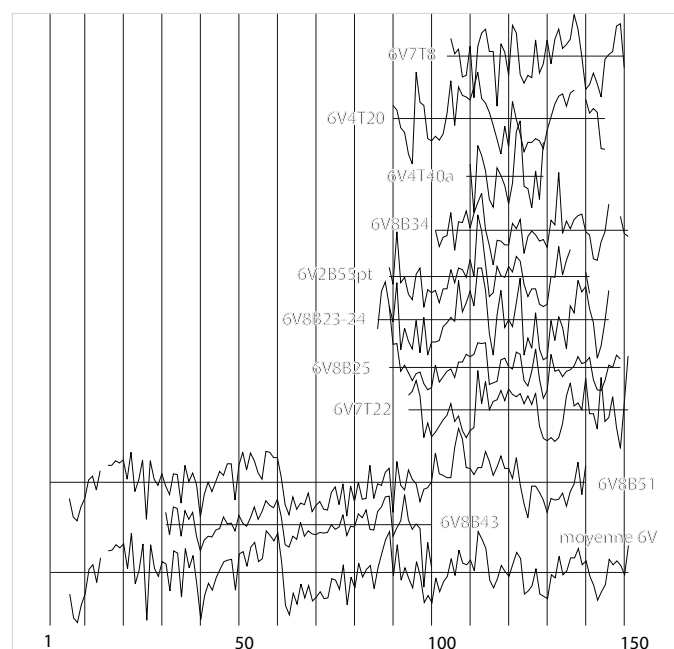
172 Il s'agit de la 2<sup>e</sup> et de la 8<sup>e</sup> virure bâbord (6.V.2.B et 6.V.8.B), et de la 4<sup>e</sup> et de la 7<sup>e</sup> virure tribord (6.V.4.T et 6.V.7.T).

173 Munaut 1979.

174 Il s'agit du galbord, de la 2<sup>e</sup>, de la 7<sup>e</sup> et de la 11<sup>e</sup> virure bâbord (3.V.1.B, 3.V.2.B, 3.V.7.B et 3.V.11.B), et du galbord et de la 2<sup>e</sup> virure tribord (3.V.1.T et 3.V.2.T).



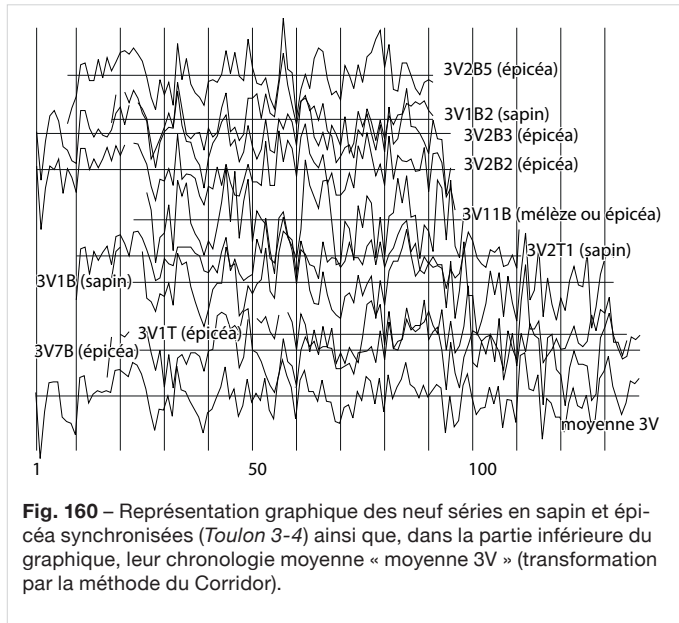
**Fig. 158.** Représentation graphique des quatre séries en chêne synchronisées (*Toulon 2*) ainsi que, dans la partie inférieure du graphique, leur chronologie moyenne « moyenne 6VAI3T » (transformation par la méthode du Corridor).



**Fig. 159.** Représentation graphique des dix séries en pin type sylvestre synchronisées (*Toulon 2*) ainsi que, dans la partie inférieure du graphique, leur chronologie moyenne « moyenne 6V » (transformation par la méthode du Corridor).

antique. Parmi celles-ci figurent un ensemble de chronologies moyennes représentatives des essences concernées issues notamment de sites terrestres et subaquatiques méditerranéens, et d'un ensemble de gisements sous-marins analysés, entre autres, dans le cadre du programme de recherche intitulé « *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* »<sup>175</sup>. Aucune corrélation statistique confortée

175 Guibal, Pomey 1998a; 1998b; 2003; 2004.



**Fig. 160** – Représentation graphique des neuf séries en sapin et épicéa synchronisées (*Toulon 3-4*) ainsi que, dans la partie inférieure du graphique, leur chronologie moyenne « moyenne 3V » (transformation par la méthode du Corridor).

par une bonne concordance des courbes de croissance n'a été obtenue. Les chronologies des épaves de Toulon demeurent donc flottantes du point de vue dendrochronologique.

Bien que les chronologies des épaves *Toulon 2* et 3-4 ne soient pas datées, leur représentativité est assurée par le nombre de pièces prises en compte dans le calcul des moyennes. Intégrées dans les bases de données dendrochronologiques, elles sont désormais à la disposition de la communauté scientifique et prêtes à faire l'objet de tests de synchronisation qui seront systématiquement pratiqués à chaque avancée matérialisée par l'élaboration de nouvelles données issues de nouveaux sites analysés.

## 8. Une nouvelle hypothèse de restitution de l'épave *Toulon 2*

Pierre Poveda<sup>a</sup>

a. CNRS, Aix Marseille Univ, Centre Camille Jullian

L'étude de l'épave *Toulon 2* a conduit à une nouvelle hypothèse de restitution de cette barque à marotte appartenant à la famille des *horeiae*, qui permettrait d'intégrer les données obtenues grâce à l'analyse détaillée des vestiges conservés et les interprétations proposées pour l'usage de ces embarcations<sup>176</sup>.

Cette épave avait déjà fait l'objet d'une étude de restitution de la part de J.-M. Gassend, qui avait aussi réalisé les premiers relevés de terrain, en vue de la construction, dans les années 1990, par le chantier naval Borg à Marseille, d'une

176 Notamment pour ce qui concerne la direction de marche, le système de direction et de propulsion ainsi que la fonction et l'espace de navigation de l'embarcation : cf. *supra*, la contribution de G. Boetto et Boetto 2009.

maquette d'exposition à l'échelle 1/2 destinée au Musée Gallo-Romain de Saint-Romain en Gal (Vienne) où elle se trouve aujourd'hui.

La réalisation de cette maquette mit cependant en avant les fortes incertitudes sur l'identification de la proue et de la poupe sur les vestiges d'origine. A cela s'ajoutèrent un certain nombre d'inconnues portant notamment sur le redressement des différentes déformations subies par l'épave. Il nous a donc paru opportun de reprendre une étude complète de restitution des formes de l'embarcation et d'en proposer une nouvelle hypothèse de restitution tant des formes que de la structure, accompagnée de calculs hydrostatiques afin de mieux appréhender le programme de navigation d'origine du bateau.

### 8.1 La documentation disponible

Cette opération se distingue d'un travail de restitution habituel par les contraintes imposées par la documentation à disposition (relevés et photos de fouille, nouvelle documentation réalisée après conservation).

Les documents graphiques manuels réalisés directement sur le terrain ou suite à l'élaboration des relevés par photogrammétrie stéréoscopique (planimétries, coupes transversales et longitudinale) ne permettent pas de restituer de la façon la plus précise possible les formes de la carène de *Toulon 2* à cause d'un certain nombre d'incohérences et de manques (voir *supra*). La documentation récente a permis, en revanche, de dresser un profil plus précis de l'ensemble des éléments architecturaux composant la structure du bateau (quille, marotte et courbes de support, membrure) et de retrouver les formes générales tant de la membrure que de la charpente axiale. L'enregistrement manuel des remontages (dessins à l'échelle) ou à partir de l'orthophotographie issue du relevé photogrammétrique de la quille a contribué à combler le manque de renseignements pour obtenir un niveau suffisant d'informations utiles à la restitution des formes de la carène de *Toulon 2*.

On notera cependant que les conditions d'extrême fragmentation et fragilité des virures du bordé n'ont pas permis d'en effectuer un relevé plus précis permettant une restitution fiable du plan de bordé. La même remarque peut aussi s'appliquer au vaigrage dont la restitution, à cause de la disparition des pièces, s'avère particulièrement hypothétique.

### 8.2 La méthode de restitution

Les méthodes et outils mis en place dans la restitution de l'épave *Toulon 2* se placent dans la droite ligne des travaux effectués ces dernières années en archéologie navale au sein du Centre Camille Jullian<sup>177</sup>.

177 Poveda 2012; 2015.