



Pierre Excoffon (dir.)

Ville et campagne de Fréjus romaine La fouille préventive de « Villa Romana »

Publications du Centre Camille Jullian

Chapitre 1. Les vestiges de navires antiques : études architecturale et dendrologique

Giulia Boetto, Sandra Greck et Frédéric Guibal

DOI : 10.4000/books.pccj.1199

Éditeur : Publications du Centre Camille Jullian, Éditions Errance

Lieu d'édition : Aix-en-Provence

Année d'édition : 2011

Date de mise en ligne : 13 février 2020

Collection : Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine

ISBN électronique : 9782957155774



<http://books.openedition.org>

Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2011

Référence électronique

BOETTO, Giulia ; GRECK, Sandra ; et GUIBAL, Frédéric. *Chapitre 1. Les vestiges de navires antiques : études architecturale et dendrologique* In : *Ville et campagne de Fréjus romaine : La fouille préventive de « Villa Romana »* [en ligne]. Aix-en-Provence : Publications du Centre Camille Jullian, 2011 (généré le 03 avril 2020). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/pccj/1199>>. ISBN : 9782957155774. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.pccj.1199>.

Chapitre 1

Les vestiges de navires antiques : études architecturale et dendrologique

(G. BOETTO, S. GRECK, Fr. GUIBAL)

Les cuvelages des puits SB1262 et BS3339 de Villeneuve se composent, pour l'essentiel, d'ensembles de fragments de bordés appartenant, probablement, à trois navires antiques. Ces bordages sont assemblés, à intervalles réguliers, par des tenons bloqués au moyen de chevilles enfoncées dans l'épaisseur de chaque planche, selon un système d'assemblage commun dans la construction navale méditerranéenne d'époque gréco-romaine¹. Des fragments de bordages isolés, mais toujours munis d'assemblages à tenons chevillés, ainsi que des planches sans aucune trace de liaisons internes complètent l'aménagement des parois de ces puits. Ces dernières, n'étant pas issues de la réutilisation de navires, ne seront pas prises en compte dans ce texte.

Tous ces bordages ont été étudiés après démontage. Dans la plupart des cas, les deux faces, correspondant aux côtés interne et externe du navire d'origine, ont pu être analysées.

Pour la détermination des essences ligneuses, les échantillons de bois (prélevés systématiquement) ont fait l'objet d'une observation macroscopique préalable à la loupe binoculaire suivie d'un examen au microscope à transmission de coupes minces selon les trois plans traditionnels d'observation. L'analyse anatomique du bois a été menée à l'aide d'atlas d'anatomie des bois européens (Jacquot 1955 ; Jacquot *et al.* 1973 ; Schweingruber 1982, 1990 et Vernet *et al.* 2001).

La documentation dendromorphologique (Guibal, Pomey 1998) a été rassemblée sur la base d'un relevé métrologique d'observations relatives à la structure et à la forme du bois (moelle, écorce, aubier, forme de la tige), à son traitement technique (débit, traces d'outils) ainsi que d'autres éléments intéressant l'étude dendrologique (traces d'insectes xylophages, de carbonisation, etc.).

L'étude dendrochronologique n'a été réalisée que sur les bois les plus appropriés à la pratique de cette méthode. Les chronologies individuelles d'épaisseur de cernes ont été calculées sur la base d'une moyenne

d'une à trois séries numériques enregistrées par échantillon (précision : 1/1000 mm). L'interdatation des chronologies réalisée sur les séries numériques brutes ou transformées en valeurs indicées a été menée à l'aide de tests paramétriques appliqués au coefficient de corrélation intersériel et de tests non paramétriques appliqués aux courbes des variations interannuelles de l'épaisseur des cernes. Afin de procéder à leur validation, les propositions de synchronisme ont été vérifiées par comparaison visuelle et graphique (Langouët, Giot 1992 ; Lambert 1998 ; Lambert, Lavier 2002 et Lambert *et al.* 1988).

1. Les bordés réutilisés dans le puits SB1262

1.1. Caractéristiques architecturales

Quatre portions de bordés et sept bordages isolés ont été utilisés pour la construction du puits SB1262 (tab. 4). En règle générale, ces planches conservent leur largeur maximale d'origine, comprise entre 20 cm (n^{os} 39 et 50) et 30 cm (n^o 28), tandis que leurs extrémités ont été retaillées pour s'adapter à la nouvelle construction. Parmi tous ces éléments, nous avons pu identifier deux ensembles aux caractéristiques architecturales homogènes.

Le premier groupe est constitué par les bordages employés dans la construction de la paroi MR1263 (n^{os} 38, 51 et 52) et la planche n^o 40 utilisée dans la paroi MR1280 (fig. 237).

Le deuxième ensemble regroupe tous les autres bordages qui composent les parois MR1264 et MR1265, ainsi que les planches isolées (n^{os} 26, 37 et 39) de la paroi MR1280 (fig. 238).

Le premier ensemble présente des bordages plus épais et des éléments d'assemblage plus larges et plus profonds que le deuxième (tab. 4 et 5). Le rapport de l'écartement moyen à la largeur moyenne des mortaises révèle que le réseau de mortaisage du

¹ Le réseau de mortaisage est de type « évolué » (Pomey, Rieth 2005).

DEUXIÈME PARTIE : ANALYSES ET ÉTUDES

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Dimensions				Réparation	Poix		Empreinte pied couple	Encoches triang. pour clous	Outillage			
			longueur (cons.)	largeur (max)	largeur (cons.)	ép. moyen		int.	ext.			int.	ext.		
SB1262	MR1263	38			22	4,15								en frag.	
		51		24		3,5								en frag. carbonisation	
		52												non analysée	
	MR1264	28	133		30	3	X		X		X				
		34	350	25		2,75		X	X	X					
		55	299	23		2,6	X	X	X	X	X		herm.		
		56	118,5	11,5		3			X				scie		
		61	36,5		4,5	2,8		X	X	X					
		57				2,2									non analysée
		50	36	20		2			X	X				scie	
	62	32,5		6	2			X	X						
	MR1265	35	239	19		2,5		X	X	X					
		54	66		3,5	2,6		X	X	X					
		53	241	23		2,4	X	X	X	X					rép. depuis face ext.
		36													non analysée
	MR1280	26	208		22	2,5	X		X	X			scie		en frag.
37		266		22,5	2,9	X		X	X		X	scie		1 clou horiz.	
39		80		20	3									en frag.	
40		111		23,5	3,6			X						en frag.	

Tab. 4. Dimensions et caractéristiques des bordages du puits SB1262.

Index Planche	Mortaises				Tenons			Chevilles				Tenons de réparation				Chev. de rép.	
	largeur	prof.	ép.	écart	largeur	ép.	longueur (cons.)	diam.	diam. (int.)	diam. (ext.)	écart	largeur	ép.	longueur (cons.)	écart	diam.	écart
38	7,75	6	0,65		5,6	0,6		0,95									
51	7,1	6	0,65	4,25	5,75	0,6		0,95									
52																	
28												5,75	0,65	6,25	20	0,7	
34	6	4,8	0,7	5,75					0,75	0,86	13,8						
55												4,6	0,5	10,9			
56																	
61																	
57																	
50	5,5	4	0,68	5,75	4,6	0,55		0,8			11,7						
62																	
35	6	4,5			5	0,6	4,5		0,7	0,83	12,1						
54																	
53												5,3			10		15,9
36																	
26	6,8	5,1	0,65			0,4		1			17,6	4,3	0,6	6,4	17,7	0,95	24,4
37	6,1			9,25				0,86			14,4	4,5		6,2	18,3	0,75	23,5
39	5,5	5,25	0,7	12				0,87									
40	8			6,5				1,2			13						

Tab. 5. Dimensions et caractéristiques des assemblages des bordages du puits SB1262.

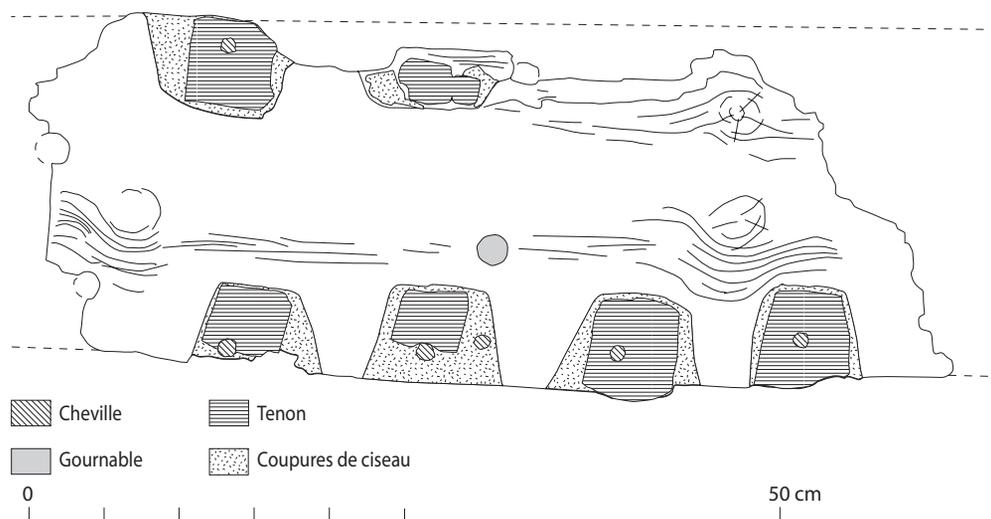


Fig. 237. Le fragment de bordage n°51 de l'épave *Fréjus-Villeneuve 1*, réutilisé dans la paroi MR1263 du puits SB1262 (G. Boetto - cl. Chr. Durand - CCJ).

premier groupe est plus dense que celui du deuxième². Ce dernier est néanmoins relativement serré puisque son rapport varie de 1 à 2³.

Le bordage MR1280-37, appartenant au deuxième groupe, présente une extrémité en biseau (fig. 238) qui identifie un assemblage oblique du bordé. Ce biseau conserve un clou métallique à tête carrée (côté : 2,4 cm), chassé horizontalement dans l'épaisseur du bordage et qui assurait la fermeture du biseau sur la planche adjacente.

Le deuxième ensemble se distingue par plusieurs bordages de réparation (MR1264, n°s 28 et 55,

MR1265-53 et MR1280, n°s 26 et 37) caractérisés par la présence de tenons (tab. 4 et 5) insérés dans des mortaises pratiquées à partir de la face interne ou externe du bateau. Leur extrémité est ensuite rabotée afin de boucher l'encoche (ou lumière) quadrangulaire ouverte à la surface du bordage (fig. 239 à 241). Deux traits parallèles tracés à la pointe sèche indiquent l'emplacement des lumières (fig. 242). Des chevilles verrouillent l'assemblage et une couche de poix est appliquée pour garantir l'étanchéité des joints⁴.

Enfin, ces assemblages sont plus espacés que les assemblages d'origine comme le montre l'écart moyen des petites chevilles de verrouillage, respectivement 14 cm et 21,3 cm (tab. 5).

Dans les deux ensembles de bordés, des gournables en bois (diamètre moyen : 1,6 cm et 1,4 cm) assuraient

2 Nous pouvons calculer, pour le premier groupe, un rapport inférieur à 1 (0,7) contre un rapport supérieur à 1 (1,33) pour le second groupe. Les résultats signifient que, dans l'espace laissé entre deux mortaises des planches du premier groupe, moins d'une mortaise peut loger (exactement 0,7) tandis que dans l'espace laissé entre deux mortaises sur le reste des bordés, un peu plus d'une mortaise peut venir s'y insérer (exactement 1,15).

3 On peut en effet considérer qu'un rapport écartement/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 (Marlier 2008, 156, n° 16).

4 Les tenons de réparation ont été observés, pour la première fois, sur l'épave *Kyrenia* découverte à Chypre et datée du IV^e siècle av. J.-C. (Steffy 1985 et 1999). Ce type de réparation est commun également à l'époque romaine : voir, par exemple, les réparations des épaves découvertes à Naples (Boetto 2005 et 2009).

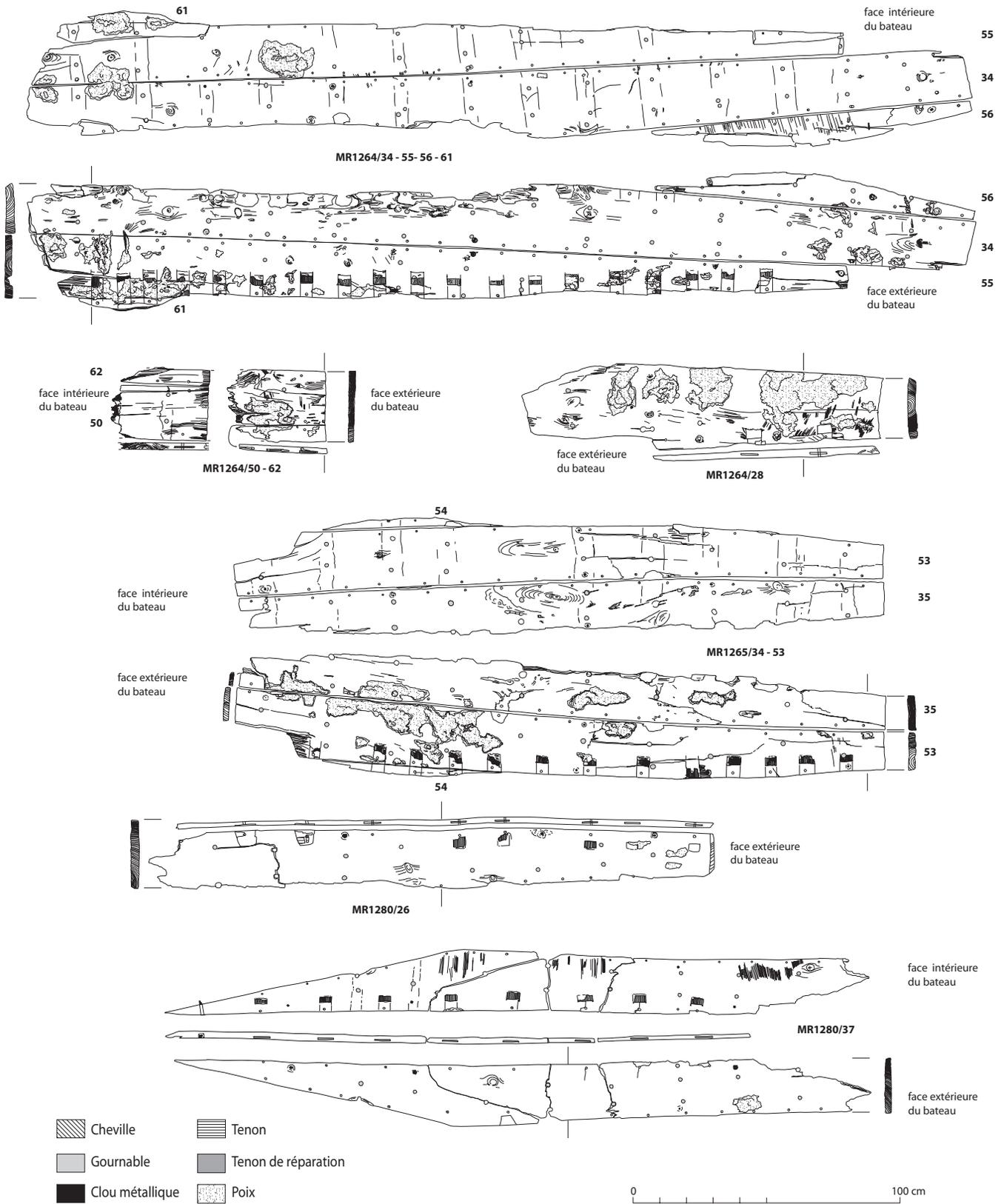


Fig. 238. Les fragments de bordages de l'épave *Fréjus-Villeneuve 2*, réutilisés dans les parois puits SB1262 (G. Boetto et S. Greck).

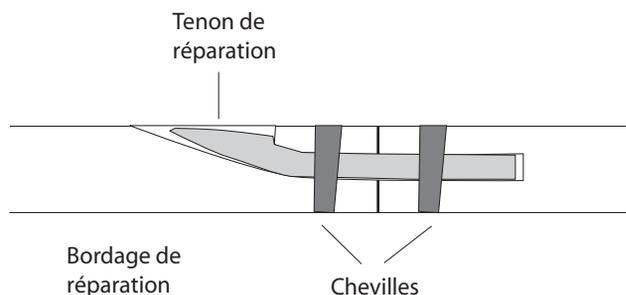


Fig. 239. Section schématique d'un assemblage par tenon de réparation (G. Boetto).

l'assemblage entre les bordages et la charpente transversale du navire dont aucun élément n'est conservé (tab. 6). Dans le deuxième ensemble, des clous métalliques (en cuivre et en fer) ont été observés (fig. 243). L'extrémité du bordage de réparation MR1264-55 était bloquée sur la membrure par un couple de clous, probablement en fer. Parfois, les têtes de ces clous étaient chassées dans des encoches triangulaires (côté : 2/2,5 cm) aménagées dans la face qui correspond au côté externe de la coque du navire d'origine (fig. 244 et 245)⁵. Les deux ensembles de bordés conservent, sur une ou sur les deux faces, une couche de poix, témoignage



Fig. 240. Le fragment de bordés MR1264-1261, 55, 34 et 56 correspondant à la face extérieure du bateau (cl. Chr. Durand - CCJ).



Fig. 241. Détail des tenons de réparation du bordage MR1264-55 (cl. Chr. Durand - CCJ).

d'une ancienne protection interne et externe de la coque (fig. 238 et tab. 4). Cette couche est épaisse de 0,8 à 1 cm (fig. 246). Elle a aussi été observée sur le can (tranche) de certains bordages (fig. 247).

Dans le deuxième ensemble de bordés, la trace des empreintes laissées par les pieds des membrures est rendue apparente par l'absence, à l'emplacement des couples, de la poix de protection (fig. 248 et 249). La largeur de ces couples (moyenne : 6,2 cm) et leur maille ou espacement (moyenne : 17 cm) ont pu être restitués (tab. 6).

Sur la planche MR1264-28, l'emplacement des membrures était marqué par des lignes parallèles tracées à la pointe sèche.

L'espacement entre couples est obtenu par la distance moyenne entre les assemblages membrure/bordé. L'espacement est plus important (27,5 cm) dans le premier ensemble que dans le deuxième (20,8 cm) (tab. 6) sur lequel des traces d'outillage (scie et herminette) sont également visibles.

Pour conclure, ces deux ensembles de bordés semblent bien appartenir à deux embarcations différentes.



Fig. 242. Détail des tenons de réparation du bordage MR1264-55 : deux traits tracés à la pointe sèche indiquent l'emplacement des lumières (cl. Chr. Durand - CCJ).

⁵ Des encoches tétraédriques ou triangulaires ont aussi été observées sur l'épave *Fiumicino 1* (IV^e/V^e siècles apr. J.-C.) sur laquelle la plupart des évidements est associée à un assemblage par clous obliques (Boetto 2000 et 2008). Pour les comparaisons et une discussion générale: Boetto 2006 et 2010.

DEUXIÈME PARTIE : ANALYSES ET ÉTUDES

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Membre			Gourables			Clous		
			largeur	maille de bord à bord	maille entre assemblages	diam.	diam. (int.)	diam. (ext.)	diam. tête		tige
SB1262	MR1263	38									
		51			27,7	1,72					
		52									
	MR1264	28	9		27	1,26			X	1,6	
		34	6,5	17,7	23,7	1,4			X		
		55									
		56									
		61									
		57									
	MR1265	50	4,5				1,3	1,45	X	1,5	
		62									
		35	7,4	16	24	1,4			X	2	0,7
		54									
	MR1280	53									
		36									
		26	5,5		26,4	1,4			X	2,5	1
		37	4,5	17,7	23	1,4			X	2,5	
			39								
		40			28	1,5				1,2	

Tab. 6. Dimensions et caractéristiques de la membrure et de ses assemblages avec les bordages du puits SB1262.

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Essence ligneuse		Débit				Âge	Moelle			Dernier cerne
			type Pin d'Alep	type Pin sylvestre	quartier	faux-quartier	dosse	indét.		présente	proche	absente	
SB1262	MR1263	38		X		X			77		X		non
		51		X		X			36		X		non
		52		X	X				31			X	non
	MR1264	28	X		X				75		X		non
		34	X			X			20		X		non
		55	X			X			43		X		non
		56	X					X				X	non
		61	X					X				X	non
		57	X					X				X	non
	MR1265	50	X				X		25			X	non
		62	X		X				15			X	non
		35	X				X		23		X		non
		54	X					X	-			X	non
	MR1280	53	X			X			26		X		non
		36	X			X			36		X		non
		26	X		X				78			X	non
		37	X			X			65			X	non
			39	X			X		41		X		non
		40		X	X			82	X			non	

Tab. 7. Résultats des analyses dendrologiques des bordages du puits SB1262.



Fig. 243. Détail de la tête de deux clous en fer, utilisés pour fixer le bordage MR1264-56 à la membrure (cl. Chr. Durand - CCJ).



Fig. 244. Détail de la tête d'un clou en cuivre chassé dans une encoche triangulaire dans le bordage MR1264-55 (cl. Chr. Durand - CCJ).



Fig. 245. Détail d'une encoche triangulaire (cl. Chr. Durand - CCJ).

de celles-ci, ainsi que trois planches de la paroi MR1280 (nos 26, 37 et 39) ont été réalisées en bois de type pin d'Alep⁶. Le fragment de bordage MR1280-40 et les bordés de la paroi MR1263 ont été réalisés en bois du type pin sylvestre (tab. 7)⁷.

L'appellation pin de type « pin d'Alep » désigne deux taxons dont la distinction par l'anatomie de leur bois est particulièrement difficile : le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) et le pin brutia (*Pinus brutia* Ten.). Ces deux taxons qui dominent la végétation forestière du littoral méditerranéen de basse altitude se répartissent de part et d'autre du bassin méditerranéen : le pin d'Alep, dans la partie occidentale (en France, il est particulièrement répandu en Provence) et le pin brutia, dans sa partie orientale (Quézél, Médail 2003).



Fig. 246. Le fragment de bordés MR1265-35, 53 et 54, enduit d'une couche de poix de protection et correspondant à la face extérieure du bateau (cl. Chr. Durand - CCJ).

1.2. Identification xylogologique

L'analyse anatomique réalisée sur l'ensemble des bordages a révélé que ceux-ci étaient débités dans deux types d'essences résineuses : le pin de type *pin d'Alep* et le pin de type *pin sylvestre*. Du point de vue xylogologique, les bordages se répartissent en deux groupes. Les portions de bordés matérialisées par les parois MR1264 et MR1265, y compris les fragments se situant au-dessus

Le pin de type « pin sylvestre » désigne trois taxons tout aussi impossibles à discriminer sur la base de l'analyse de leur bois : le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), le pin à crochets (*Pinus uncinata* Ram.)

⁶ Ces planches appartiennent au deuxième ensemble identifié grâce à l'analyse des caractéristiques architecturales.

⁷ Ces planches appartiennent au premier ensemble identifié grâce à l'analyse des caractéristiques architecturales.

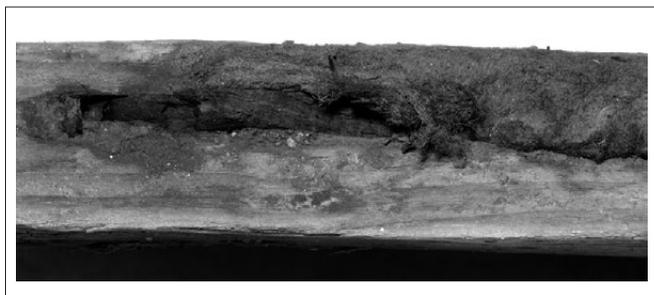


Fig. 247. Détail de la poix de calfatage, observée sur le can des bordés MR1265-35, 53 et 54 (cl. Chr. Durand - CCJ).



Fig. 248. Le fragment de bordés MR1264-61, 55, 34 et 56, correspondant à la face intérieure du bateau. Les empreintes laissées par les membrures non conservées sont visibles (cl. Chr. Durand - CCJ).



Fig. 249. Le fragment de bordés MR1265-35, 53 et 54, correspondant à la face intérieure du bateau. Les empreintes laissées par les membrures non conservées sont visibles (cl. Chr. Durand - CCJ).

et le pin noir (*Pinus nigra* Arn.). Si le pin sylvestre peuple les collines et les montagnes de la majeure partie de l'Europe, de la Sierra Nevada à la Sibérie, le pin à crochets se localise davantage dans les hautes montagnes des Alpes et des Pyrénées, tandis que le pin noir occupe de préférence les plaines et les basses montagnes de l'aire circumméditerranéenne et l'étage montagnard des Alpes Centrales (Lieutaghi 2004 et Rameau *et al.* 1989).

Le pin d'Alep figure parmi les essences le plus souvent identifiées sur les épaves antiques de Méditerranée. Citons, par exemple, le bordé des embarcations *Jules-Verne 7* (525-510 av. J.-C.) (Pomey 1998, 151, n° 6), *Kyrenia* (fin IV^e siècle av. J.-C.) (Steffy 1994, 43), *Nemi 1* et 2 (I^{er} siècle apr. J.-C.) (Ucelli 1950, 152), *Barthélemy B* (second quart du I^{er} siècle apr. J.-C.) (Wicha 2003, 72), en association avec d'autres résineux sur les épaves *Jules-Verne 9* (525-510 av. J.-C.) (Pomey 1998, 150, n° 3), *Chrétienne A* (second quart du I^{er} siècle apr. J.-C.), *Jaume-Garde B* (début I^{er} siècle apr. J.-C.),

Saint-Gervais 3 (148-150 apr. J.-C.), *Laurons 1* (IV^e siècle apr. J.-C.), *Laurons 2* (fin II^e siècle apr. J.-C.) (Guibal, Pomey 1999, 20, tableau 2) et *Dramont E* (début V^e siècle apr. J.-C.) (Guibal 1995, 181-187). Bien que les qualités physiques et mécaniques de ce type de pin soient modestes⁸, le pin d'Alep a probablement été largement utilisé dans la construction navale en raison de la proximité des pinèdes littorales et des chantiers navals (Rival 1991, 28, 31).

Le bois de pin de type pin sylvestre a été identifié sur le bordé des navires *Napoli A* et *Napoli C* (fin I^{er} siècle apr. J.-C.) (Allevato *et al.* 2009 et 2010), *Chrétienne A*,

Jaume-Garde B, *Pointe de Pomègues* et *Cap de l'Esterel* (I^{er} siècle av. J.-C.), *Dramont A* et *Plane 1* (vers 50 av. J.-C.), *Tradelière* (15-10 av. J.-C.) et *Saint-Gervais 3* (Guibal, Pomey 2003).

Pour ce qui relève des éléments d'assemblage des bordages⁹, les chevilles de blocage des tenons ont été confectionnées dans différents bois de feuillus¹⁰ et les tenons ont été débités dans du bois de chêne de type chêne vert (*Quercus ilex/coccifera* L.)¹¹, un taxon très largement rencontré pour ce type de pièce sur les épaves antiques de Méditerranée (Guibal 1991, tableau 1 ;

8 La résine abondante, par exemple, peut entraîner des difficultés de sciage (Giordano 1980, 186-187 et Vernet, Keller 1986, 214).

9 Les identifications ont été effectuées à l'œil nu sur les planches des parois MR1264 et 1265.

10 Angiosperme dicotylédone, essences feuillues non identifiées à ce jour.

11 Le chêne de type chêne vert comprend deux taxons impossibles à distinguer sur la base d'une analyse anatomique de leur bois : le chêne vert (*Quercus ilex* L.) et le chêne kermès (*Quercus coccifera* L.).

Fait puits	US Paroi	Index Planche	Dimensions				Résine		Empreinte	Outillage	
			longueur (cons.)	largeur (max)	largeur (cons.)	ép. moyen	int.	ext.	pieds couples	int.	ext.
BS3339	MR3/13	3	195		16	8	X		X	pointe sèche	
		13	195		24,5	8,5	X		X	pointe sèche	
	MR4/12	4	317,5		13,5	8/8,5	X		X	pointe sèche	
		12	317,5		21	8	X		X	pointe sèche	
	MR6/14	6	323,3		11	8/8,5	X		X	pointe sèche	
		14	323,3		30	8/8,5	X		X	pointe sèche	

Tab. 8. Dimensions et caractéristiques des bordages du puits BS3339.

Rival 1991, tableaux 7, 10 et 11 et Guibal, Pomey 1999, 21, tableau 5), tandis que quelques gournables ont été réalisés dans des essences résineuses¹².

1.3. Analyse dendrochronologique

Une analyse dendrochronologique a été conduite sur quatre planches en pin de type pin sylvestre et neuf planches en pin de type pin d'Alep.

Des synchronismes visuels et statistiques significatifs ont permis de distinguer deux groupes (Fréjus 1 et Fréjus 2) constitués des séries individuelles suivantes :

- MR1280-40, MR1263-52 (type « pin sylvestre ») ;
- MR1264-34, MR1264-55, MR1265-36, MR1265-53, MR1280-26, MR1280-37, MR1280-39 (type « pin d'Alep »).

Les deux chronologies moyennes calculées à partir de ces séries individuelles sont respectivement longues de 82 et 78 années. Les années terminales des séries individuelles qui les composent diffèrent de 51 années pour Fréjus 1 et de 34 années, au plus, pour Fréjus 2 du fait du débit des planches, réalisé tantôt sur dosse tantôt sur quartier, de l'usure et de l'état de conservation après son enfouissement (fig. 250 et 251). Aucun synchronisme n'a pu être mis en évidence entre ces deux chronologies moyennes. Cela peut confirmer que les bordages en pin de type sylvestre et ceux de type pin d'Alep n'appartiennent pas à la même embarcation. Mais l'absence de synchronisme peut tout aussi refléter la différence taxonomique entre les deux essences ou bien la faible représentativité des chronologies moyennes liée au faible nombre d'échantillons analysés et à la faible longueur des séries individuelles. Les deux chronologies moyennes ont ensuite été comparées, en l'absence de chronologies de référence de pins disponibles pour la région méditerranéenne, à d'autres chronologies moyennes locales de pin de type sylvestre et de pin d'Alep, issues, notamment, de l'étude d'épaves antiques

(Guibal, Pomey 1998, 2003 et 2004). Malheureusement, aucune corrélation satisfaisante n'a été dégagée et les chronologies moyennes demeurent donc flottantes.

2. Les bordés réutilisés dans le puits BS3339

2.1. Caractéristiques architecturales

Les fragments de bordés réutilisés pour construire le cuvelage de trois des parois du puits BS3339 (MR4/12, MR3/13 et MR6/14) présentent des caractéristiques architecturales très proches et appartiennent probablement à la coque d'un même navire antique (tab. 8). Ces fragments se limitent à deux bordages assemblés par des tenons chevillés qui ne conservent ni leur longueur ni leur largeur d'origine (fig. 252 et 253) ; leur épaisseur varie de 8 à 8,5 cm. Au niveau des assemblages (tab. 9), les tenons sont d'une largeur moyenne égale à 7,8 cm, d'une épaisseur moyenne de 1,2 cm et d'une longueur moyenne de 24 cm (fig. 254 et 255a et b). Leur extrémité est légèrement chanfreinée. Ils sont espacés d'environ 6 cm et disposés sur le can de la planche, légèrement en quinconce. Ces assemblages internes sont donc très serrés (tab. 9)¹³. Les chevilles, tronconiques, ont une section prismatique et ont été insérées depuis la face interne de la coque (diamètre interne : 1,9 cm, diamètre externe : 1,44 cm). Elles sont en moyenne espacées de 14 cm. Sur le bord de contact des planches de la portion de bordé MR4/12, la présence d'une mince couche de poix a été décelée ; un fragment du matériau d'étanchéité (ou calfatage), peut-être du tissu, a été prélevé. La face interne de ces trois bordés est enduite d'une couche de poix dont l'épaisseur peut atteindre 1 cm. Des zones dépourvues de calfatage indiquent le passage des couples du navire. Ces empreintes, larges en moyenne de 7,6 cm (entre 5,5 et 9 cm), sont espacées de bord à bord de 22,8 cm (de 19,5 à 29 cm). Cette valeur fournit une indication sur l'espacement des couples du

¹² Gymnosperme. Les essences résineuses n'ont pas été identifiées à ce jour.

¹³ Rapport entre écart moyen et largeur moyenne des tenons égal à 0,77.

DEUXIÈME PARTIE : ANALYSES ET ÉTUDES

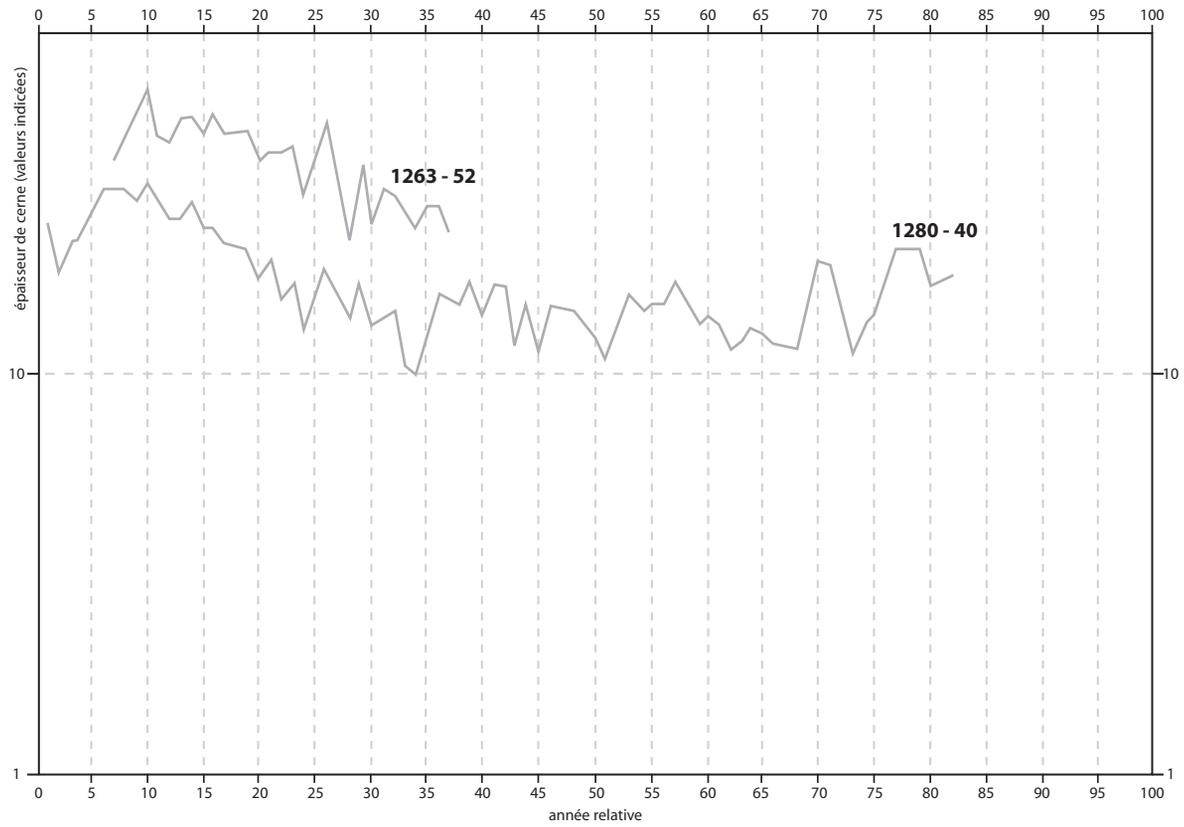


Fig. 250. Courbes représentatives des chronologies individuelles constitutives de la chronologie moyenne Fréjus 1.

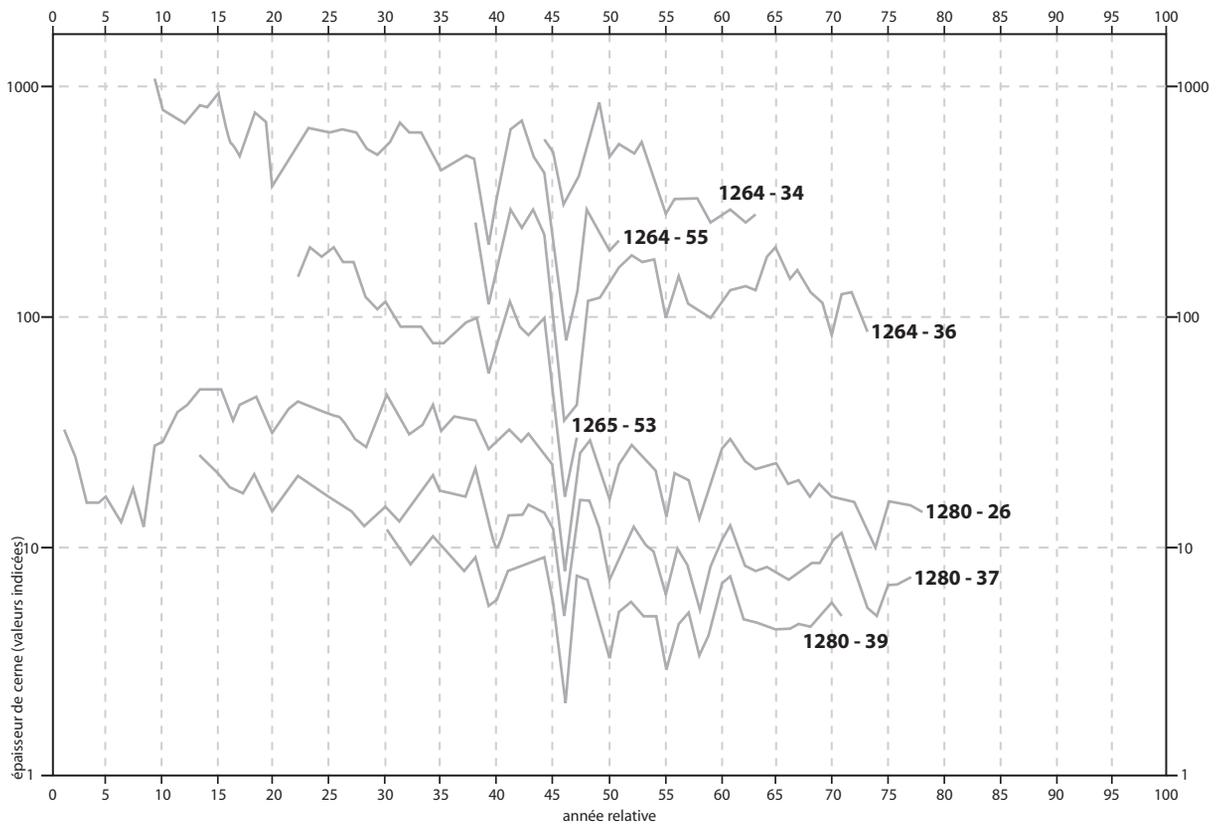


Fig. 251. Courbes représentatives des chronologies individuelles constitutives de la chronologie moyenne Fréjus 2.

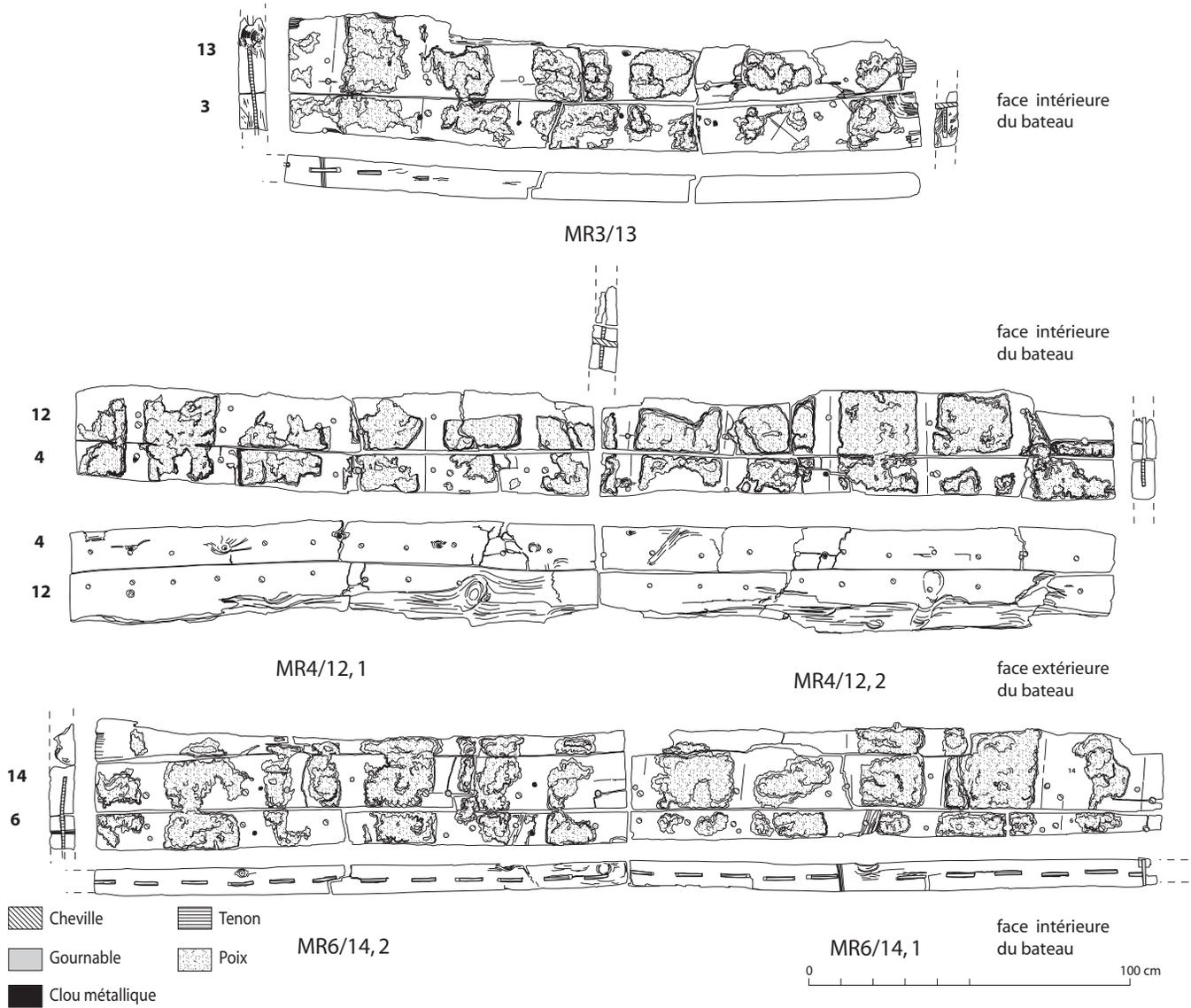


Fig. 252. Les fragments de bordages de l'épave *Fréjus-Villeneuve 3* (G. Boetto).



Fig. 253. Le fragment de bordés MR3/13 correspondant à la face intérieure du bateau. L'épaisse couche de poix et les empreintes laissées par les membrures non conservées sont visibles (cl. Chr. Durand - CCJ).

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Mortaises				Tenons			Chevilles			
			largeur	prof.	ép.	écart	largeur	ép.	longueur (cons.)	diam.	diam. (int.)	diam. (ext.)	écart
BS3339	MR3/13	3	9,5	14	1.2	5,75	8	1,1	24		1,86	1,44	14,1
		13											
	MR4/12	4	7,6	12	1.3	6,85	7,6	1,3	21		1,94	1,44	14,2
		12											
	MR6/14	6	8,37	13.2	1.3	5,58	7,74	1,2	22,2		1,82		13,9
		14											

Tab. 9. Dimensions et caractéristiques des assemblages des bordages du puits BS3339.



Fig. 254. Détail en coupe d'un tenon d'assemblage entre les deux planches de la paroi MR6/14 du puits BS3339 (cl. Chr. Durand - CCJ).

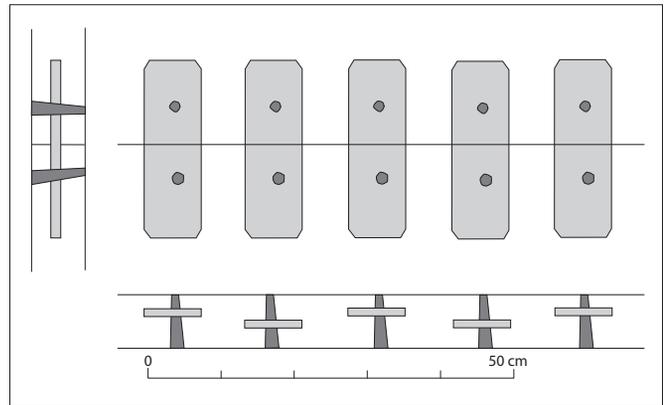


Fig. 255. (a) Schéma du réseau de mortaisage de l'épave *Fréjus-Villeneuve 3* (G. Boetto).

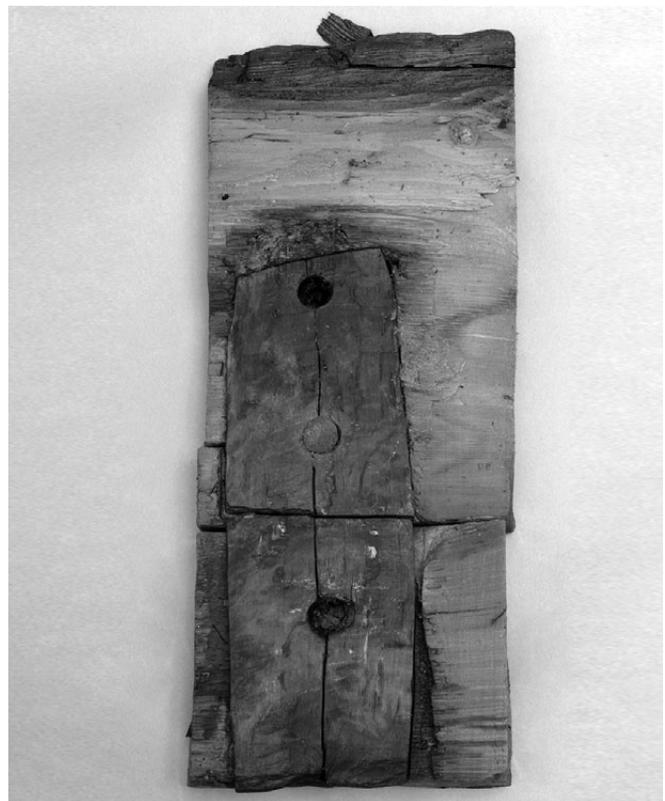


Fig. 255. (b) Détails du mortaisage (recto-verso) de l'épave *Fréjus-Villeneuve 3* (cl. Chr. Durand - CCJ).

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Membrane			Gournables			Clous	
			largeur	maille de bord à bord	maille entre assemblages	diam.	diam. (int.)	diam. (ext.)	diam. tête	tige
BS3339	MR3/13	3	7,7	22,8	30,6		1,37		X	
		13							X	
	MR4/12	4	7,5	22,8	30,4	1,5			X	
		12							X	
	MR6/14	6	7,8	22,7	30,4		1,4		X	
		14							X	

Tab. 10. Dimensions et caractéristiques de la membrane et de ses assemblages avec les bordages du puits BS3339.

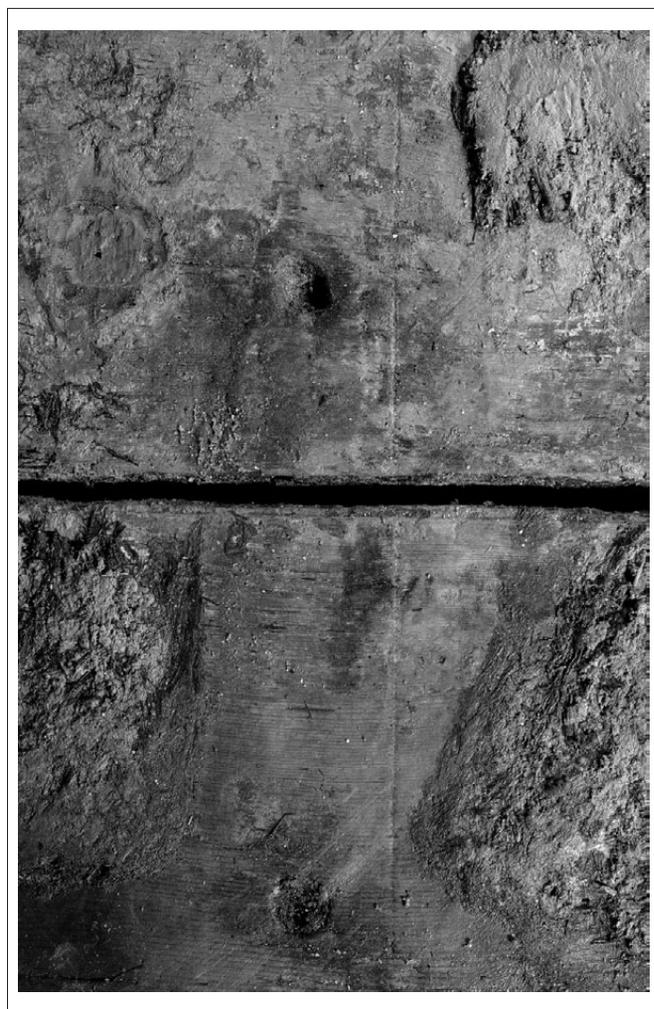


Fig. 256. Les lignes droites tracées à la pointe sèche indiquent l'emplacement des membrures sur les bordés MR4/12 (cl. Chr. Durand - CCJ).

navire d'origine (tab. 10). Les couples étaient assemblés au bordé à l'aide de clous métalliques, aujourd'hui complètement oxydés, et par des gournables en bois. Les trous circulaires pratiqués pour ces assemblages ont un diamètre de 1,4/1,5 cm. La maille entre ces éléments d'assemblage mesure en moyenne 30,5 cm (entre 25,5 et 35 cm). Toutes les portions de bordé présentent sur



Fig. 257. Détail des bordés MR3/13 montrant la ligne de repère pour l'emplacement de la membrane et le signe X (cl. Chr. Durand - CCJ).

leur face interne des marques de charpentier tracées à la pointe sèche. Des lignes droites indiquent l'emplacement des membrures (fig. 256). Il s'agit soit de deux lignes parallèles, soit d'une ligne unique placée le long de l'axe central des couples. Ces marques, tracées avant la pose de la membrane, indiquent que le bateau d'origine a été construit « sur bordé premier »¹⁴. La portion MR3/13 conserve aussi le signe X (largeur : 13 cm) tracé à la pointe sèche et situé dans la maille (fig. 257).

2.2. Identification xylogologique

Toutes les planches de bateau réutilisées ont été confectionnées dans du pin de type pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L./*Pinus uncinata* Ram./*Pinus nigra* Arn.) (tab. 11). Les éléments d'assemblage n'ont fait l'objet, jusqu'à présent, que d'une prédétermination à l'oeil nu. Il semblerait que les tenons soient confectionnés dans du bois de type chêne vert (*Quercus ilex/coccifera* L.), les chevilles dans diverses essences feuillues et résineuses, et les gournables dans du bois de chêne caducifolié (*Quercus* sp.).

¹⁴ Pour une définition, voir Pomey, Rieth 2005, 30-31.

Fait Puits	US Paroi	Index Planche	Essence ligneuse type Pin sylvestre	Débit			Âge		Moelle			Dernier cerne
				quartier	faux-quartier	indét.		indét.	présente	proche	indét.	
BS3339	MR3/13	3	X		X		153			X		non
		13	X	X			164		X			non
	MR4/12	4	X		X		225			X		non
		12	X		X		256			X		non
	MR6/14	6	X			X		X			X	non
		14	X			X		X			X	non

Tab. 11. Résultats des analyses dendrologiques des bordages du puits BS3339.

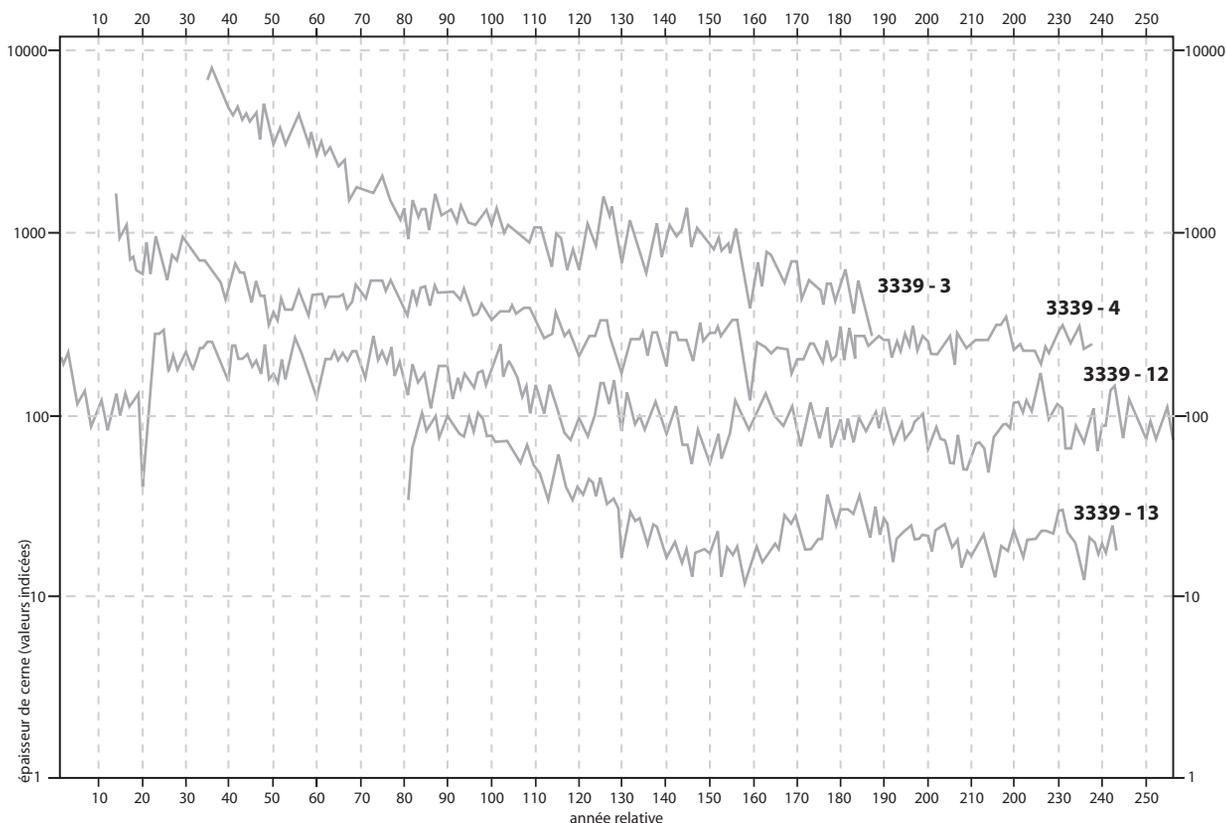


Fig. 258. Courbes représentatives des chronologies individuelles constitutives de la chronologie moyenne Fréjus 3.

2.3. Analyse dendrochronologique

Quatre planches en pin de type pin sylvestre ont été analysées (n^{os} 3, 4, 12 et 13)¹⁵. Les quatre séries qui en résultent synchronisent, autant statistiquement que visuellement¹⁶. Elles ont été réunies dans une chronologie moyenne (Fréjus 3) longue de 256 ans (fig. 258). Les écarts entre les années terminales des chronologies individuelles vont de 12 à 69 ans, mais

ni le *cambium* ni l'écorce ne se sont conservés du fait du débit des pièces de bois. Les planches n^{os} 3 et 4 ont été débitées dans le même arbre¹⁷. Bien qu'utilisés dans deux parois différentes du puits, ces deux fragments de bordés appartiennent probablement au même navire. La probabilité que les bordages non analysés (MR6/14) appartiennent aussi au même ensemble d'origine est élevée (même essence utilisée et longueur similaire des séries).

La chronologie moyenne Fréjus 3 a été comparée à la chronologie Fréjus 1 (*supra*), mais aucun synchronisme

15 Le fragment de bordé MR6/14 n'a pas été analysé car conservé intégralement pour une éventuelle restauration en vue d'une présentation muséographique.

16 Indices issus des tests supérieurs à 5.

17 Indices TVBP et TVH du test de *Student* supérieurs à 8 et confirmés visuellement.

n'a été relevé. Aucune corrélation satisfaisante n'a été trouvée avec les chronologies locales de pins antiques (Guibal, Pomey 1998, 2003 et 2004). La faible représentativité de la moyenne, liée au faible nombre d'échantillons qui la composent et à la présence de deux planches issues du même arbre en est probablement la cause¹⁸.

3. Deux ou trois navires ?

Parmi les fragments de bordés réutilisés dans le puits SB1262 nous avons pu distinguer deux ensembles sur la base des caractéristiques architecturales (épaisseur du bordé, dimensions des assemblages, maille de la membrure, essences utilisées, présence ou absence d'encoches triangulaires et de réparations) qui pourraient appartenir à deux embarcations différentes.

Fréjus-Villeneuve 1 se caractériserait par un bordé simple, assemblé à franc bord et d'une épaisseur moyenne de 3,75 cm. La maille de la membrure, mesurée entre gournables, est de 27,8 cm. Les bordages conservés ont été débités dans du pin de type pin sylvestre.

Fréjus-Villeneuve 2 présenterait aussi un bordé simple, assemblé à franc-bord, mais moins épais que celui de *Fréjus-Villeneuve 1* (moyenne : 2,6 cm). L'espacement des gournables est plus serré (moyenne : 22,5 cm) et la membrure large de 6,3 cm. En plus, des gournables en bois assurant la liaison entre bordé et membrure, cette embarcation présente des clous métalliques dont certains ont été enfoncés dans des encoches de forme triangulaire. Tous les bordages conservés sont en pin de type pin d'Alep. *Fréjus-Villeneuve 2* présente des tenons de réparation. La présence de poix de calfatage sur les bords des bordages pourrait être liée à ces opérations de réparation¹⁹. La vétusté de cette embarcation pourrait être la raison de son abandon, du démontage de ses structures et de leur réutilisation partielle pour le cuvelage du puits. La datation radiocarbone effectuée sur une planche de cette embarcation (#634 SB1262, MR1264-55) révèle que l'abattage des arbres ayant servi à la construction date du deuxième tiers du I^{er} siècle apr. J.-C.

Si l'on considère l'épaisseur moyenne du bordé de ces deux navires, ils devaient, à l'origine, probablement mesurer entre 15 et 20 m de longueur. En revanche, l'identification du type et de la fonction de ces bateaux

est plus problématique car les données dont nous disposons sont trop limitées.

L'utilisation de tenons de réparation est assez commune, durant l'époque romaine, tant sur les navires de commerce²⁰ que sur les bateaux de servitude portuaire ou de pêche²¹. La seule embarcation de guerre, découverte à Marsala en Sicile et datée du III^e siècle av. J.-C., ne portait aucune réparation du bordé (Frost 1978). Mais il s'agit d'un exemple unique et nos connaissances archéologiques des flottes militaires sont trop limitées pour pouvoir exclure cette technique de réparation des navires militaires. Pour l'instant, et en l'absence de comparaisons, nous préférons attribuer ces fragments de bordé à des navires de commerce ou bien de servitude portuaire de taille moyenne.

Les fragments de bordages du puits BS3339 appartiennent à un autre navire que nous avons dénommé *Fréjus-Villeneuve 3*²². Celui-ci se caractérise par un bordé simple en pin de type pin sylvestre, très épais (8,5 cm), assemblé par des tenons de grandes dimensions. La membrure, large de 7,6 cm, était plutôt espacée (23 cm). Les dimensions du bordé de *Fréjus-Villeneuve 3* sont comparables à celles des préceintes de l'épave *Planier III* (milieu du I^{er} siècle av. J.-C.). Ce navire, d'une longueur estimée à 30 m, présentait un bordé épais de 6 cm et un renfort longitudinal constitué d'une première préceinte (largeur : 32 cm ; épaisseur : 10 cm) et d'une seconde (largeur : 52,5 cm, épaisseur : 19 cm) (Pomey 2006, 76). Une autre comparaison peut être faite avec une épave découverte dans le port de Césarée Maritime sur la côte israélienne (I^{er} siècle apr. J.-C.). Le bordé, de type simple, a une épaisseur de 9 cm mais la membrure est beaucoup plus serrée et massive que celle de *Fréjus-Villeneuve 3*. L'épave de Césarée a été classée parmi les navires de grande taille, sa longueur étant probablement voisine de 40 m²³. L'épave *Madrague de Giens* (70-65 av. J.-C.) présentait un bordé intérieur très épais (de 12 m au niveau du galbord à 6 cm à partir du 3^e bordage) doublé d'un bordé extérieur d'une épaisseur moyenne de 4 cm. Les tenons d'assemblage du bordé intérieur de

20 Par exemple sur les épaves *Tour Fondue*, III^e siècle av. J.-C. (Dangreaux 1997, 90), *Madrague de Giens*, 70-65 av. J.-C. (P. Pomey communication personnelle ; pour l'épave Pomey 1978 et 1982), *Bathélémy B*, milieu du I^{er} siècle apr. J.-C. (Joncheray, Joncheray 1997), *Napoli A*, fin I^{er} siècle apr. J.-C. (Boetto 2005), *Grado*, milieu du II^e siècle apr. J.-C. (Beltrame, Gaddi 2007).

21 Comme sur les bateaux-drague de Marseille, III^e siècle apr. J.-C. (Pomey 1999) ou sur les embarcations de type *horeia* de Naples et de Toulon, I^{er} siècle apr. J.-C. (Boetto 2009) ou, encore, sur les barques à propulsion mixte comme celle de *Herculanium*, I^{er} siècle apr. J.-C. (Steffy 1999, 398).

22 Cette hypothèse peut être confirmée par les analyses dendrochronologiques.

23 Pour une discussion de la relation entre longueur des navires et épaisseur du bordé : Fitzgerald 1994, 178-185.

18 La datation radiocarbone donne une fourchette large mais antérieure à la fin du II^e siècle av. J.-C. (FR06 #635 BS3339-3 : 2160+/- 30BP. 68.2% probability 360BC (34.1%) 290BC ; 230BC (2.4%) 220BC ; 210BC (31.6%) 160BC ; 95.4% probability 360BC (40.3%) 270BC ; 260BC (55,1%) 100BC

19 On admet, normalement, que les navires antiques assemblés par la technique « à tenons et mortaises » ne nécessitaient aucun type de calfatage entre les planches du bordé (Gianfrotta, Pomey 1981).

cette épave présentait des dimensions très proches de celles mesurées sur le navire *Fréjus-Villeneuve 3* (Pomey 1978, 78-80). Patrice Pomey a restitué une longueur de 40 m et un port en lourd de 350/400 tonnes pour l'épave *Madrague de Giens*. Ce navire utilisé pour le transport du vin de Campanie au début du I^{er} siècle av. J.-C. faisait partie des plus gros navires de commerce maritime d'usage courant à cette époque (Pomey, Tchernia 1978, 234 et Pomey 1982). Le navire *Fréjus-Villeneuve 3*, bien que sa fonction de commerce ne soit pas certaine, pourrait avoir été de dimensions proches de celles qui ont été restituées pour les épaves de Césarée, *Planier III* et *Madrague de Giens*, soit environ 30/40 m.

4. Conclusion

Les fragments de muraille récemment découverts et récupérés peuvent être attribués à, au moins, trois navires. Bien que la fonction de ces embarcations soit incertaine, nous pouvons affirmer qu'il s'agit de deux bateaux de dimension moyenne, longs de 15 à 20 m (*Fréjus-Villeneuve 1* et 2), et d'un navire de grande dimension, long de 30 à 40 m (*Fréjus-Villeneuve 3*).

Dans la mesure où nous ne connaissons pas l'origine des navires bâtis à l'aide de ces bordages, leur espace de navigation demeure inconnu. Par ailleurs, compte tenu de la discrimination taxonomique qui est – dans le cas présent – limitée, aucune hypothèse ne peut être avancée sur l'origine géographique des arbres utilisés pour la fabrication de ces navires ni sur la détermination de leur éventuelle aire de construction.

Ces fragments de bordés, bien que de réutilisation, représentent une découverte exceptionnelle pour la ville de Fréjus et attestent l'importance de son port au I^{er} siècle apr. J.-C. Avant la découverte de vestiges d'embarcations antiques dans le quartier de Villeneuve, la seule épave connue dans la zone de Fréjus était celle qui fut mise au jour dans les années 1950-60, dans l'étang de Villepey (épave de *La Clavelède*) (Boyer, Février 1971). Cette découverte témoigne de la disponibilité dans la zone de Villeneuve, proche de la plage antique et du port, de bois provenant de navires désarmés et de leur réutilisation pour des constructions non navales²⁴.

²⁴ La réutilisation d'éléments de bateaux est bien attestée à proximité des zones portuaires antiques, par exemple à *Portus* (Boetto 2006, 286-288) et à Marseille (Hesnard 2004, 183, fig. 6).