Systèmes et techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne

Sabrina Marlier

▶ **To cite this version:**

Sabrina Marlier. Systèmes et techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne. Archéologie et Préhistoire. Université Aix-Marseille I, 2005. Français. NNT : . tel-04483348

HAL Id: tel-04483348
https://shs.hal.science/tel-04483348

Submitted on 29 Feb 2024

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.

UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE I – Université de Provence
U.F.R. Humanités et Civilisations

THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université Aix-Marseille I

Formation doctorale : *« Espaces, Cultures et Sociétés »*

Présentée et soutenue publiquement le 23 avril 2005

Par : **Sabrina MARLIER**

Systèmes et techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne

Volume 1

Directeur de thèse :

M. Patrice Pomey

Composition du Jury :

M. Philippe JOCKEY, Professeur des Universités, Université de Provence
M. Xavier NIETO, Professeur associé à l'Université de Barcelone, Directeur du *Centro de Arqueología Subacuática de Cataluña*, Gérone (Espagne)
M. Patrice POMEY, Directeur de Recherche au CNRS, Aix-en-Provence, ***Directeur de thèse***
M. Éric RIETH, Directeur de Recherche au CNRS, Paris
M. André TCHERNIA, Professeur à l'EHESS, Marseille, ***Président du jury***

Laboratoire d'accueil : CENTRE CAMILLE JULLIAN
UMR 6573 CNRS-Université de Provence
Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence

REMERCIEMENTS

Bien que trouvant leur place en début de manuscrit, les remerciements sont généralement écrits au terme de la rédaction, une fois que les dernières corrections sont effectuées, le glossaire, l'index, la page de garde *etc*.… mis en forme. Je ne déroge pas à la règle et, maintenant que le manuscrit est achevé, il me faut remercier toutes les personnes qui, tout au long de ces cinq dernières années m'ont encadrées, soutenues, encouragées et aidées dans ma recherche. Si l'exercice peut paraître conventionnel et fastidieux, c'est pourtant avec un réel plaisir que je m'y applique.

Mes premiers remerciements iront tout naturellement à M. Patrice Pomey, formidable directeur de recherche dont la présence, le suivi, le soutien mais aussi la transmission du savoir m'ont portés tout au long de ces années. Que ces modestes remerciements expriment ici toute ma gratitude envers lui.

Aux côtés de M. Pomey, je tiens également à remercier bien chaleureusement MM. Michel Rival et Robert Roman qui m'ont également transmis un savoir, plus technique celui-là, dont l'immense qualité m'a été, et me sera encore, des plus utiles aussi longtemps que j'oeuvrerai dans le domaine de l'archéologie navale.

Plus largement, je remercie l'ensemble de mon laboratoire d'accueil, le Centre Camille Jullian, qui m'a offert des conditions de travail, matérielles et pratiques, rares pour mener à bien un travail de doctorat. Au sein de ce laboratoire, je tiens plus particulièrement à exprimer ma reconnaissance envers l'équipe de photographes, Mme Christine Durand et MM. Philippe Foliot et Loïc Damlet, envers la responsable de la photothèque, Mme Guylaine Vincent, envers les infographistes Mme Véronique Gemonet et M. Vincent Dumas ainsi qu'au personnel de la Bibliothèque d'Antiquité d'Aix, Mmes Fabienne Heullant, Blandine Nouvel, Marie-Paule Seure, Marie-Emmanuelle Gabillet, Françoise Amouretti, et Gérald Bénière. Tous ont directement contribué, à des étapes diverses, à la réalisation et à l'achèvement de mon travail.

L'école doctorale « Espace, Cultures, et Sociétés », à laquelle se rattache le Centre Camille Jullian, constitue également une entité contribuant à favoriser le travail des doctorants qu'elle regroupe, notamment grâce au dynamisme et à l'efficacité de sa secrétaire, Mme Martine Perney, ainsi qu'à la disponibilité et à la vitalité de son directeur, M. Didier Pralon. Je tiens également à les remercier tout particulièrement. À titre plus personnel, je remercie également M. D. Pralon qui, en tant que professeur de grec ancien, m'a accordé quelques-unes de ses précieuses heures pour m'aider à travailler sur les écrits d'auteurs anciens pour lesquels on trouvera des traductions originales dans ce volume.

Au sein du DRASSM, je tiens à remercier Mme Florence Richez pour son aide ponctuelle et toujours efficace. Je tiens également, et tout particulièrement, à remercier M. Luc Long qui a vu mes tous premiers pas dans le domaine de l'archéologie sous-marine. Il m'a depuis accompagné dans le domaine de l'archéologie navale et la confiance qu'il me porte ainsi que son amitié me sont des plus précieuses.

D'autres amitiés ont également vues le jour dans ce domaine très restreint de l'archéologie sous-marine et je tiens spécialement à adresser ici une pensée très affectueuse à Giulia Boetto et Franca Cibecchini, mes aînées et "mentors".

Plus directement en rapport avec mon travail de recherche, je tiens à remercier, dans le désordre et en espérant n'oublier personne, toutes celles et ceux qui m'ont apporté leur aide à différentes étapes de mon travail, soit en me communiquant des documents ou des données, soit en contribuant au programme d'archéologie expérimentale mis en place dans le cadre de ma thèse. Il s'agit de M. Michel Girard, MM Borg père et fils, du chantier naval Borg à Marseille, M. Marco Bonino, M. Xavier Nieto, M. Philippe Rigaud, M. Andrej Gaspari, Mme Hélène Guiot, M. Bernard Dangréaux, Mme Avril Savon, M. George Comet, Mme Danièle Foy, Mme Christiane Sabouraud, M. Robert Veccella, Mme Anne di Piazza et M. Erik Pearth, M. Laurent Codaccioni, Mme Elsa Perez, M. Mohamed Abdel Maguid, Mme Stéphanie Wicha, M. Yaakov Kahanov, M. Philippe Jockey, Mme Lucy Blue et M. Jean-Marie Gassend. Je remercie également ici MM. Patrice Pomey et Éric Rieth de m'avoir permis d'utiliser en "avant-première" les données de leur manuel d'Archéologie navale, à paraître.

Enfin, en relation directe avec la finalisation de mon manuscrit, j'adresse de vifs remerciements à mes courageux et endurants "relecteurs" et correcteurs, Rémi Sabouraud, David Djaoui, Mohamed Abdel Maguid, Guillaume Dagnas, Robert Veccella, Michel Girard, Aminte Thomann, Giulia Boetto et bien sûr, M. P. Pomey.

Mes pensées les plus chaleureuses iront finalement vers ma famille bien sûr, et notamment vers mes parents qui voient certainement, avec l'achèvement de cette thèse, la récompense de dix années d'encouragements, autant morales que matérielles. Que cette thèse leur soit en partie dédiée.

Je dédie également cette thèse à ma belle famille, les Sabouraud, et plus particulièrement à Christiane qui, en qualité de chercheur et de belle-maman m'a également soutenue et encouragée en même temps que nous avons partagé de nombreux moments de rédaction côte à côte, au cours de l'année 2004.

Viennent ensuite mes amis, parmi lesquels, de nombreux archéologues déjà docteurs ou en passe de le devenir et avec qui j'ai donc grandi depuis mon arrivée au soleil, en Provence… cette thèse est donc également dédiée aux "essentiels", Aminte Thomann et Sam Croco, David Djaoui, Olivia et Reza Dehghan, Hélène et Carlo Barbiero, Martial Gerez, Guillaume Dagnas, Robin Furestier, Christophe Gilabert, Laurence Pinet, Stéphanie Satre, Jean-Christophe Treglia, Audrey et Jason Fonseca mais aussi à Avril et Gérald Savon, Mélanie et Fabrice Pierrard, Alexandra Barbot et Kalliopi Baïka. À part égale entre famille et amis, j'adresse également une pensée particulière et affectueuse à Maya et Willfried ainsi qu'à Cédric et Rosanna.

Enfin, je dédie naturellement ma thèse au plus essentiel de tous, à ma « tendre évidence » – devenu mon mari – et dont la présence, la patience, le dévouement et bien sûr l'amour m'ont permis de mener à bien ce long travail. L'achèvement de cette thèse va enfin pouvoir laisser la place à une nouvelle "troisième personne" au sein de notre vie…

À Rémi,

Et toi qu'attend le ciel, et que la terre adore,
Sous quel titre, ô César ! faudra-t-il qu'on t'implore ?
Veux-tu, le front paré du myrte maternel,
Remplacer Jupiter sur son trône éternel ?
Va, préside aux saisons, gouverne le tonnerre,
Protège les cités, fertilise la terre.
Veux tu sur l'océan un pouvoir souverain ?
Le trident de Neptune est remis dans ta main :
Téthys t'offre sa fille ; et, roi des mers profondes,
Tu recevras pour dot tout l'empire des ondes.

Virgile (*Première Géorgique*)

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS **3**

SOMMAIRE **9**

ABRÉVIATIONS **19**

INTRODUCTION **23**

1ÈRE PARTIE MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DES SYSTÈMES ET DES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES DANS LA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE MÉDITERRANÉENNE **35**

I. Les limites géographiques et chronologiques **38**

II. Les sources d'étude directes pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique **40**

A. Les sources écrites 40
B. Les sources iconographiques 41
C. Les sources archéologiques 42
D. Conclusion sur les sources d'étude directes 45

III. Les outils d'analyse pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique **47**

A. Les sources ethnographiques 47
B. L'archéologie expérimentale 48
C. L'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour réaliser les assemblages 50
D. Conclusion sur les outils d'analyse pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique 51

IV. La détermination de grands ensembles de navires et la question de l'origine culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leurs relations entre elles **52**

V. Résumé de la méthodologie adoptée pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne 56

2ÈME PARTIE PRÉSENTATION ET ÉTUDE DES SOURCES 59

CHAPITRE 1. LES SOURCES ÉCRITES 61

I. Les sources écrites pour l'Égypte ancienne 61
Hérodote ~ 485-424 61
II. Les sources écrites pour le monde grec ancien 64
Homère (VIIIe s.) et l'*Iliade* 64
Homère (VIIIe s.) et l'*Odyssée* 65
Eschyle (525/24-456) 70
III. Les sources écrites pour le monde romain 72
Pacuvius (~ 220-130) 72
Varron (116-27) 72
Virgile (70-19 av. J.-C.) 73
Strabon (~ 63 av. J.-C.-19 apr. J.-C.) 74
Verrius Flacus (Ier s. apr. J.-C.) 75
Pline l'Ancien (23-79 apr. J.-C.) 76
IV. Les sources écrites pour l'Antiquité tardive 78
saint Jérôme ~ 345-419 78
V. Conclusions sur l'apport des sources écrites 79

CHAPITRE 2. LES SOURCES ICONOGRAPHIQUES 83

I. Les sources iconographiques pour l'Égypte ancienne 83
A. Les embarcations de papyrus 83
B. Les bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures 87
II. Les sources iconographiques pour la Méditerranée de l'Âge du Bronze 90
A. Les modèles en terre cuite chypriotes (2100-1230) 90
B. Les poêlons de Syros (2800-2200) 91
III. Les sources iconographiques pour la Méditerranée de l'Âge du Fer 93
IV. Conclusions sur l'apport des sources iconographiques 95

CHAPITRE 3. LES SOURCES ARCHÉOLOGIQUES : LE CORPUS D'ÉPAVES 97

I. Le bateau de la fosse n°10 d'Abydos (Haute Égypte, vers 3000 av. J.-C.) 97
II. La barque royale de Chéops : *Chéops 1* (Basse Égypte, vers 2650 av. J.-C.) 104
III. Les fragments de navire de Licht (Basse Égypte, vers 1950 av. J.- C.) 118
IV. Les bateaux de Dahchour (Basse Égypte, vers 1850 av. J.-C.) 128
V. Les épaves de Mazarron : *Mazarron 1* et *Mazarron 2* (Espagne, seconde moitié du VII^e^ s. av. J.-C.) 136
VI. L'épave de Giglio (Italie, vers 580 av. J.-C.) 147
VII. L'épave *Bon Porté 1* (France, entre 540 et 510 av. J.-C.) 155
VIII. L'épave de Cala Sant Vicenç (Espagne, dernier tiers du VI^e^ s. av. J.-C.) 162
IX. L'épave *Jules-Verne 9* (France, 525-510 av. J.-C.) 168
X. L'épave de Pabuç Burnu (Turquie, fin du VI^e^ s. av. J.-C.) 176
XI. Un fragment de bateau "cousu" découvert dans la lagune Nord de Venise (Italie, 590-470 av. J.-C.) 181
XII. L'épave *Jules-Verne 7* (France, 525-510 av. J.-C.) 183
XIII. L'épave *Villeneuve-Bargemon 1* ou *César 1* (France, 525-510 av. J.-C.) 191
XIV. L'épave *Grand Ribaud F* (France, entre 515 et 470 av. J.-C.) 195
XV. L'épave *Gela 1* (Sicile, vers 480 av. J.-C.) 203
XVI. L'épave *Gela 2* (Sicile, 450-425 av. J.-C.) 211
XVII. L'épave de Ma'agan Mikhael (Israël, vers 400 av. J.-C.) 216
XVIII. L'épave de Kyrenia (Chypre, fin du IV^e^ s. av. J.-C.) 226
XIX. L'épave du Golo (Corse, datation inconnue) 234
XX. L'élément de superstructure de l'épave 1 de Marsala (Sicile, milieu du III^e^ s. av. J.-C.) 240
XXI. L'épave de La Tour Fondue (France, seconde moitié du III^e^ s. av. J.-C.) 243
XXII. L'épave de Ljubljana (Slovénie, seconde moitié du II^e^ s. av. J.-C.) 251
XXIII. L'épave de La Roche Fouras (France, seconde moitié du II^e^ s. ou début du I^er^ s. av. J.-C.) 262
XXIV. L'épave de Cavalière (France, vers 100 av. J.-C.) 267
XXV. L'épave de la Jeaume-Garde B (France, début du I^er^ s. av. J.-C.) 278
XXVI. L'épave *Dramont C* (France, première moitié du I^er^ s. av. J.-C.) 284
XXVII. L'épave *Plane 1* (France, vers 50 av. J.-C.) 291
XXVIII. L'épave *Cap Béar 3* (France, troisième quart du I^er^ s. av. J.-C.) 296
XXIX. L'épave de Comacchio (Italie, dernier quart du I^er^ s. av. J.-C.) 302
XXX. L'épave du Cap del Vol (Espagne, extrême fin du I^er^ s. av. J.-C. - début du I^er^ s. apr. J.-C.) 314
XXXI. L'épave d'Aquilée (Italie, fin du I^er^ s. av. J.-C. - II^e^ s. apr. J.-C. ?) 321
XXXII. L'épave de Padoue (Italie, I^er^ – II^e^ s. apr. J.-C.) 323
XXXIII. La réparation cousue de l'épave C de Pise (Italie, début du I^er^ s. apr. J.-C.) 324
XXXIV. L'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 2* (*SM2*) (France, première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.) 328
XXXV. L'épave *Barthélemy B* (France, second quart du I^er^ s. apr. J.-C.) 333

XXXVI. L'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 24* (*SM24*) (France, entre 40 et 75 apr. J.-C.) ... 339
XXXVII. Les épaves de Nin (Croatie, fin de la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.) 349
XXXVIII. L'épave de la Baie de l'Amitié (France, seconde moitié du I^er^ s. apr. J.-C.)..... 357
XXXIX. L'épave du Stella (Italie, première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.)..... 364
XL. Les fragments de bateau "cousu" découverts sur le Lido de Venise (Italie, I^er^ s. - milieu du II^e^ s. apr. J.-C.) 365
XLI. L'épave *Corte Cavanella 1* (Italie, fin du I^er^ s. - début du II^e^ s. apr. J.-C.)..... 369
XLII. L'épave *Corte Cavanella 2* (Italie, début du II^e^ s. apr. J.-C.) 373
XLIII. L'épave de Port la Nautique (France, fin du I^er^ s. av. J.-C. - aux env. de 70 apr. J.-C. ?) 377
XLIV. L'épave de Cervia (Italie, IV^e^ s., au plus tard VII^e^ s. apr. J.-C.) 381
XLV. L'épave de Pomposa (Italie, XI^e^ s. apr. J.-C. ?) 387
XLVI. Conclusions sur l'apport des sources archéologiques..... 393

3^ÈME^ PARTIE CARACTÉRISATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES ET DES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES..... 397

CHAPITRE 1. CARACTÉRISATION DES DIVERS SYSTÈMES ET DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES EMPLOYÉS ET MISES EN ŒUVRE DANS MA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE 399

I. Caractérisation des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne..... 401
A. Pour le bordé..... 401
1. Le système d'assemblage par ligatures transversales..... 402
2. Le système d'assemblage par ligatures longitudinales..... 403
3. Les systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures..... 405
4. Petites sections d'assemblage par ligatures intervenant dans un système d'assemblage par tenons et mortaises (réparations)..... 410
5. Conclusion..... 411
B. Pour la membrure..... 412
1. Le système d'assemblage par ligatures externes à la membrure..... 412
2. Le système d'assemblage par ligatures internes à la membrure..... 414
3. Les systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures..... 415
4. Conclusion..... 419

C. Synthèse. Caractérisation des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés pour l'ensemble de la coque dans la construction navale antique ou les diverses combinaisons possibles entre les divers systèmes d'assemblage employés pour le bordé et les divers systèmes d'assemblage employés pour la liaison de la membrure au bordé..... 421
D. Conclusion 426

II. Caractérisation des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne..... 428
A. Pour le bordé..... 428
1. La technique d'assemblage par des ligatures transversales passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage ni petites chevilles de blocage 429
2. La technique d'assemblage par des ligatures transversales passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments pré-assemblage mais sans petites chevilles de blocage 429
3. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage..... 431
4. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage 433
5. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage 435
6. La technique d'assemblage par des points de ligatures indépendants ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé 436
7. Résumé des différentes techniques d'assemblage par ligatures employées dans la construction navale antique pour l'assemblage des virures..... 437
B. Pour la membrure..... 439
1. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage 440
2. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage 441
3. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage 442

4. La technique d'assemblage par des points de ligatures internes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage 443
5. Résumé des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique pour la liaison de la membrure au bordé 445

III. Synthèse : les divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique en relation avec les différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre 447

CHAPITRE 2. ANALYSE DES DIVERS SYSTÈMES ET DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES EMPLOYÉS ET MISES EN ŒUVRE DANS LA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE 451

I. Analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique à la lumière des sources ethnographiques 453
A. Les bateaux cousus de l'océan Indien 454
1. Sur la côte est de l'Afrique : le *mtepe* de Lamu (Kenya) 455
2. Sur la côte est de l'Afrique : le *beden* de Somalie 460
3. Au sud de la péninsule arabique : les bateaux cousus du Yémen 462
4. Sur la côte occidentale de l'Inde, l'*odam* des îles Laquedives 465
5. Sur la côte orientale de l'Inde, la chelingue de la côte de Coromandel 469
6. Conclusion sur les bateaux cousus de l'océan Indien 472
B. Les bateaux cousus de l'océan Pacifique 475
1. Le *ghe-nôc* du Vietnam 476
2. Les piroges cousues de Polynésie 478
3. Conclusion sur les bateaux cousus de l'océan Pacifique 485
C. Conclusions sur les sources ethnographiques et leur apport à l'étude des bateaux antiques présentant des assemblages par ligatures 487
1. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique 487
2. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des types de ligatures employés pour les assemblages dans la construction navale antique 492
3. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des bateaux cousus antiques en général, ou présentant des assemblages par ligatures 493
4. L'apport des sources ethnographiques pour l'étude des modes de réfection des assemblages par ligatures 494
5. L'apport des sources ethnographiques pour l'estimation de la durée de vie d'un bateau cousu, ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, et les raisons de leur survivance 495
6. Conclusion générale sur l'apport des sources ethnographiques 496

II. Analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique méditerranéenne à partir de l'expérimentation 499

A. Protocole d'étude du programme d'archéologie expérimentale mis en place 499

1. Introduction au projet 499
2. Les objectifs du programme 500
3. Le choix des navires 500
4. Méthodologie adoptée 502
5. Enregistrements et couvertures 503

B. Le modèle d'étude *Jules-Verne 9* : construction et résultats 505

1. L'axonométrie de référence 505
2. Le bois employé 506
3. Les outils utilisés 506
4. Découpe des pièces 506
5. Montage et assemblage de la quille et du bordé 507
6. Construction et assemblage de la membrure 511
7. Mise en place de l'épontille 513
8. Observations et résultats de l'expérimentation 513

C. Le modèle d'étude de Cavalière : construction et résultats 516

1. L'axonométrie de référence 517
2. Le bois employé 517
3. Les outils utilisés 517
4. Tracés et découpes des pièces 518
5. Montage et assemblage de la quille et du bordé 519
6. Positionnement et assemblage de la membrure 521
7. Observations et résultats de l'expérimentation 529

D. Le modèle d'étude de Comacchio : construction et résultats 531

1. L'axonométrie de référence 532
2. Le bois employé 532
3. Les outils utilisés 532
4. Découpes des pièces 532
5. Montage et assemblage du bordé 533
6. Assemblage de la membrure 538
7. Observations et résultats de l'expérimentation 542

E. Le modèle d'étude de Nin : construction et résultats 546

1. L'axonométrie de référence 547
2. Le bois employé 547
3. Les outils utilisés 547
4. Tracés et découpes des pièces 547
5. Montage et assemblage du bordé 548
6. Positionnement et assemblage de la membrure 553

7. Observations et résultats de l'expérimentation 554
F. Conclusions 557

III. Analyse des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique à partir des différents types de ligatures et des différents matériaux utilisés pour les assemblages 568
A. Types de ligatures et matériaux employés pour leur confection 568
1. Les données fournies par les sources écrites 569
2. Les données fournies par les sources archéologiques et l'archéologie expérimentale 570
3. Confrontation des sources 572
4. Analyse des matériaux possiblement employés pour la confection des ligatures 573
Le papyrus (*Cyperus papyrus* L.) 573
Le *Desmostachya bipinnata* L. 574
Le sparte : *Spartium junceum* L. (genêt d'Espagne), *Lygeum spartum* L. (alabardine) ou *Stipa tenacissima* L. (alfa) ? 575
Le lin (*Linum usitatissimum* L.) 578
Le *Ruscus hypoglossum* L. ou *Ruscus hypophyllum* L. 578
Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) 579
L'aubier provenant de résineux ou de feuillus 580
L'« écorce jaune de saule » 580
Les lanières de cuir 581
Conclusion sur les matériaux possiblement employés pour la 581
confection des ligatures d'assemblage 581
5. Différences et avantages des différents types de ligatures employés pour les assemblages 584
6. Conclusion sur les types de ligatures et les matériaux employés pour leur confection 587
B. Les matériaux d'étanchéité 588
1. Les matériaux d'étanchéité disposés entre les cans des bordages, en relation avec des lattes de section semi-circulaire 588
2. Les rouleaux d'étanchéité 589
3. Les petites chevilles ou gournables de blocage 589
4. Les enduits d'étanchéité 592
5. Conclusion 592
C. Les matériaux des éléments de pré-assemblage et des autres éléments d'assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes 593
1. Les matériaux des éléments de pré-assemblage 593
2. Les matériaux des autres éléments d'assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes 595
3. Conclusion 596

D. Conclusion sur l'analyse des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique à partir des différents types de ligatures et des différents matériaux utilisés pour les assemblages 597

IV. Résultats et conclusions sur les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique à partir de toutes ces approches..... 599

A. Résultats concernant les procédés de réalisation 599

B. Résultats des analyses concernant les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures du bordé 600

C. Résultats des annalyses concernant les systèmes d'assemblage de la membrure ……..605

D. Résultats concernant les combinaisons entre systèmes d'assemblage du bordé et systèmes d'assemblage de la membrure 611

E. Modes de réfection des assemblages par ligatures et durée de vie des bateaux "cousus" antiques 617

F. Conclusion générale 618

4ÈME PARTIE DÉTERMINATION DE GRANDS ENSEMBLES DE NAVIRES FAISANT USAGE DE L'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET LA QUESTION DE L'ORIGINE GÉOGRAPHIQUE ET CULTURELLE DES DIFFÉRENTES TRADITIONS TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES 621

CHAPITRE 1. DÉTERMINATION DE GRANDS ENSEMBLES DE NAVIRES FAISANT USAGE DE L'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET LA QUESTION DE LEUR APPARTENANCE À UNE MÊME FAMILLE ARCHITECTURALE 623

I. Un ensemble égyptien 625

II. Un ensemble phénicien 630

III. Un ensemble grec archaïque, classique et hellénistique 631

IV. Un ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale..... 639

V. Un ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique 644

VI. Conclusion sur la détermination des grands ensembles de navires..... 649

CHAPITRE 2. ORIGINE GÉOGRAPHIQUE ET CULTURELLE DES DIFFÉRENTES TRADITIONS TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET INTERACTION, VOIRE FILIATION ENTRE ELLES..... 651

I. Origine des assemblages par ligatures dans la construction navale de l'Égypte ancienne et leurs relations éventuelles avec les assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne..... 652

II. Origine des différents assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne et leurs relations entre eux 655

A. Les assemblages par ligatures dans la construction navale antique de tradition phénicienne 655

B. Les assemblages par ligatures dans la construction navale de tradition grecque ancienne 656

C. Les assemblages par ligatures internes pour la fixation des membrures dans la construction navale antique de tradition grecque hellénistique et romaine : origine et survivance 658

D. Les assemblages par ligatures dans la construction navale de l'Adriatique à l'époque romaine et au haut Moyen Âge : origine et survivance 661

III. Conclusion sur l'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leurs relations entre elles 670

CONCLUSION GÉNÉRALE OU SYNTHÈSE 673

BIBLIOGRAPHIE 681

INDEX 719

GLOSSAIRE 727

ABRÉVIATIONS

LISTE DE ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LE TEXTE :

AFAN : Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales
ARC Nucléart : Atelier Régional de Conservation Nucléart (Grenoble)
***CASC* :** *Centro de Arqueología Subacuática de Cataluña* (Gérone, Espagne)
CCJ : Centre Camille Jullian (Unité Mixte de Recherche, CNRS-Université de Provence, Aix-en-Provence)
CEPAM : Centre d'Études Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge (Unité Mixte de Recherche, CNRS-Université de Sophia Antipolis, Nice)
***CMS* :** *Center for Maritime Studies* (Université de Haïfa, Israël)
***CNIAS* :** *Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas* (Musée National d'Archéologie Sous-Marine de Carthagène, Espagne)
COMEX : Compagnie Maritime d'Expertise
CREDO : Centre de Recherches et de Documentation sur l'Océanie (CNRS, Marseille)
DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles
DRASM : Département des Recherches Archéologiques Sous-Marines (Marseille)
DRASSM : Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (Marseille)
EHESS : École des Hautes Études en Sciences Sociales
IMEP : Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie (Unité Mixte de Recherche, CNRS-Université Aix-Marseille III, Aix-en-Provence)
***INA* :** *Institute of Nautical Archaeology* (*A & M Texas University*, E.-U.)
INALCO : Institut National des Langues et Civilisations Orientales
IRAA : Institut de Recherche sur l'Architecture Antique (CNRS, Aix-en-Provence)
LAMM : Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne (Unité Mixte de Recherche, CNRS-Université de Provence, Aix-en-Provence)
***MAC* :** *Museo de Arquología de Cataluña* (Catalogne, Espagne)
MAE : Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie (Unité Mixte de Recherche, CNRS-Université de Nanterre, Paris)
MMSH : Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme (Aix-en-Provence)
PACA : Région Provence Alpes Côte d'Azur
PEG : PolyÉthylène-Glycol
SRA : Service Régional de l'Archéologie
***STAS* :** *Servizio Tecnico per l'Archeologia Subacquea* (Italie)

LISTE DES ABRÉVIATIONS BIBLIOGRAPHIQUES :

AAAd : Antichità AltoAdriatiche
***AIA Sub* :** Associazione Italiana degli Archeologi Subacquei
***AJA* :** American Journal of Archaeology
***AJP* :** American Journal of Philology
***AINA Newsletter* :** American Institute of Nautical Archaeology Newsletter (College Station, Texas)
***ASAE* :** Annales du Service des Antiquités Égyptiennes
***BAR* :** British Archaeological Reports
***BdA* :** Bolletino d'Arte
CAS : Cahiers d'Archéologie Subaquatiques
CMS News : Center for Maritime Studies News (University of Haifa Center for Maritime Studies)
***CRAI* :** Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres
***CTHS* :** Comité des Travaux Historiques et Scientifiques
***DAF* :** Documents d'Archéologie Française
IJNA : International Journal Nautical Archaeology
INA Newsletter : Institute of Nautical Archaeology Newsletter (College Station, Texas)
INA Quarterly : Institute of Nautical Archaeology Quarterly
MEFR : Mélanges de l'École Française de Rome
***MM* :** Mariner's Mirror
NAS Newsletter : Nautical Archaeology Society, Newsletter (Londres)
***Past* :** the Newsletter of the Prehistoric Society
***PUF* :** Presses Universitaires de France
***REL* :** Revue d'Études Ligures

L'abréviation *Sewn Plank Boats* renvoie par ailleurs à l'ouvrage :
MCGRAIL S. et KENTLEY E. (ED.)
1985, *Sewn Plank Boats : archaeological and ethnographic papers based on those presented to a conference at Greenwich in November 1984* (BAR, Int. Series 276), Oxford.

« Les hommes de cette cité [Ormuz, Golfe Persique] ont de nombreuses nefs, mais ces nefs sont très mauvaises, fragiles et dangereuses, et bien d'entre eux périssent parce qu'elles ne sont point clouées avec des clous en fer comme les nôtres ; elles sont faites d'un bois dur d'une espèce cassant comme poterie ; si l'on y plante un clou, il revient sur lui-même comme s'il était brisé ; aussi les planches sont percées avec des forets en fer aussi soigneusement qu'ils peuvent, et ensuite fixées avec de petites chevilles. Ensuite, elles sont cousues de fil grossier qui se fait de l'écorce des arbres à noix d'Inde […]. Ils la font macérer, et quand elle est rouie, elle demeure nette et devient comme des torons de crin de cheval, et on la file comme soie. Ainsi font fil dont ils cousent leur nef ; il ne se gâte pas dans l'eau des mers, mais il dure assez […]. Point n'est besoin de fer pour faire des clous, et si font chevilles de bois avec lesquelles ils assemblent leurs nefs, ils cousent ensuite avec le fil. »

Marco Polo (*Le Livre des Merveilles*, 104-105)

INTRODUCTION

L'emploi de ligatures, c'est-à-dire de liens d'origine végétale ou animale, pour relier des éléments entre eux[1] fait partie des plus anciennes techniques d'assemblage que l'on connaisse au monde. Utilisées très tôt pour la couture des peaux entre elles, pour en faire des habits ou des habitats[2] (fig. 1), les ligatures sont aussi à l'origine des assemblages en bois[3]. Bien que les origines de l'habitation soient mal connues, en raison de la pauvreté des traces archéologiques[4], on rencontre en effet, au moins dès l'époque néolithique, l'assemblage par ligatures dans la construction des premières cabanes en bois[5] (fig. 2 et 3). L'emploi de ligatures, dans ce contexte, est lié à la nature des premiers outils disponibles, en os et en pierre (couteaux et hachettes), qui ne permettaient qu'un travail du bois limité. Les hommes tiraient donc profit au maximum des formes naturelles des arbres, comme les fourches, les ramifications et les départs de branches, pour tenir les pièces les unes contre les autres et celles-ci étaient par conséquent maintenues entre elles au moyen de ligatures[6]. Dès l'Âge du Bronze, grâce à la fabrication d'outils en métal, notamment des haches, le travail du bois va se perfectionner et on voit alors apparaître les premiers assemblages par tenons et mortaises[7]. Les assemblages par tenons et mortaises, en charpenterie, mettent en œuvre l'extrémité d'une pièce façonnée de manière saillante formant le tenon (partie mâle) pour la faire entrer dans un trou appelé la mortaise (partie femelle) pratiquée dans une autre pièce destinée à être assemblée à la première[8]. L'exemplaire d'assemblage par tenon et mortaise le plus ancien que l'on connaisse date ainsi de 3500 ans av. notre ère et provient d'un poteau découvert sur le site d'Aichbühl, en Allemagne du sud (fig. 4). Cet exemplaire témoigne cependant d'une technique déjà bien maîtrisée et fait supposer que l'assemblage par tenon et mortaise est apparu bien plus tôt[9]. Néanmoins, malgré l'apparition et l'emploi du tenon et de la mortaise, qui va devenir l'élément de base de toutes les ossatures de bâtiments, les constructeurs avaient

[1] Un assemblage se définit en effet comme l'action d'assembler, de réunir des éléments formant un tout ; l'ensemble qui en résulte est lui-même appelé un assemblage (cf. définition donnée par ***Le Petit Larousse Compact* 2003**).
[2] Les plus anciennes attestations de couture dateraient en effet de « l'Âge du Renne », c'est-à-dire du Magdalénien, vers – 18 000 (cf. **Glory 1959**, p. 160 et **Leroi-Gourhan 1971**, p. 265). Et pour un essai de reconstitution d'un habitat magdalénien en peaux de rennes cousues, cf. **Jourdan et Leroy 1987**.
[3] **Gerner 1995**, p. 39.
[4] **Leroi-Gourhan 1977**, p. 81-84 ; **Lepoittevin 1996**, p. 20, 31.
[5] Pour la construction des maisons en 3000 av. J.-C., cf. **Pétrequin (dir.) 1991**. Dans la construction des maisons en bois, l'assemblage de deux pièces d'architecture à l'aide de liens (filasse d'écorce, baguettes souples, cuirs, lianes, tissus…) s'appelle alors le « brelage ».
[6] **Gerner 1995**, p. 17 et 22 ; **Monnier, Pétrequin, Pétrequin 1997**, p. 299-301.
[7] **Gerner 1995**, p. 17.
[8] Définition ***Le Petit Larousse Compact* 2003**.
[9] **Gerner 1995**, p. 25.

toujours recours à des ligatures pour renforcer les jonctions. Ainsi, dans la construction "terrestre", l'assemblage par ligatures et l'assemblage par tenons et mortaises se côtoient au moins dès le milieu du IV^e^ millénaire av. notre ère et peuvent même être utilisés conjointement.

Dans la mesure où les influences et les interactions entre charpenterie et construction navale sont très fortes, ce n'est pas par hasard que l'on retrouve ces deux types d'assemblage, utilisés également seuls ou conjointement, dans la construction navale antique pour la liaison des pièces structurales d'un navire[10]. Dans ce domaine, les premiers témoignages d'emploi d'assemblages par ligatures datent du III^ème^ millénaire av. notre ère. Attesté de manière assurée par l'archéologie pour l'Égypte ancienne (cf. le bateau d'Abydos et le navire de Chéops, cf. *infra* p. 97 et 104)[11], certaines sources iconographiques témoigneraient peut-être également de l'emploi de cet assemblage dès l'Âge du Bronze pour les navires de Méditerranée, et plus particulièrement pour les navires de mer Égée (cf. les poêlons de Syros, cf. *infra* p. 90)[12]. Pour autant, les premiers témoignages archéologiques de l'usage de la ligature, dans la construction navale antique méditerranéenne, n'apparaissent pas avant la seconde moitié du VII^e^ s. av. J.-C. avec les épaves de Mazarron découvertes en Espagne[13] (cf. *infra* p. 136). En revanche, les découvertes archéologiques témoignent dès la fin du XIV^e^ s. av. J.-C., avec l'épave d'Ulu Burun découverte sur les côtes turques[14], de l'emploi de l'assemblage par tenons et mortaises.

Les origines de la navigation, en Méditerranée, sont cependant bien plus anciennes et remontent vraisemblablement au Néolithique avec le peuplement des îles attesté par l'archéologie dès les VIII^ème^ et VII^ème^ millénaires av. notre ère[15]. Bien qu'aucun vestige des embarcations employées pour effectuer ces traversées n'ait été conservé, il semble que ces premières navigations n'aient pas été réalisées au moyen de bateaux faits de planches assemblées mais au moyen d'embarcations, dites "primitives", dont les traditions anciennes et l'existence ininterrompue de certaines d'entre elles permettent de nous en faire une certaine idée. Le radeau, constitué de troncs d'arbres assemblés latéralement entre eux, représente

[10] Concernant les assemblages par ligatures, R. Martin montre notamment que pour l'époque homérique c'est le *tektôn* (architecte), dans l'*Odyssée*, qui construit la maison d'Ulysse, fabrique ses meubles (en particulier son lit avec tous ses décors) et conçoit ses navires. Il rappelle également que dans l'œuvre d'Homère, comme plus tard sur les chantiers maritimes d'Athènes, c'est aussi aux charpentiers, chargés de construire les maisons, que reviennent la tâche délicate de tailler, de préparer et de façonner les pièces de bois nécessaires à la construction des navires (cf. **Martin 1977**). Ainsi les artisans du bois travaillent-ils aussi bien dans un domaine que dans l'autre et l'architecture homérique (cf. le Daphnéphoréion d'Érétrie - **Auberson 1974**, p. 67), de même que les témoignages de la construction navale de cette époque (cf. Homère, *Il.* II, 135), montrent un emploi commun de la ligature pour réaliser les assemblages.

[11] Pour Abydos, cf. **Ward 2000**, p. 39-43 ; **2003**, p. 19-23 et pour Chéops, cf. **Lipke 1985** ; **Steffy 1994**, p. 23-29 et **Ward 2000**, p. 45-60.

[12] **Pomey 1985**, p. 37 ; **Basch 1987**, p. 80-89.

[13] **Negueruela *et al.* 1995** ; **2000**.

[14] **Pulak 1988** ; **Steffy 1994**, p. 36-37.

[15] **Pomey (dir.) 1997**, p. 60.

ainsi l'embarcation primitive par excellence et fut, selon Pline, le premier type d'embarcation utilisé par les hommes pour s'aventurer en mer (*N. H.* 7, 57) (fig. 5). Proches des radeaux, les embarcations de roseaux ou de papyrus représentent un deuxième type d'embarcation primitive (fig. 6). Employées aussi bien en eaux intérieures qu'en mer, on trouve encore des exemples de ces embarcations sur le lac Tchad, en Afrique, sur le lac Titicaca, en Amérique latine, et on pouvait encore en rencontrer récemment à Corfou et en Sardaigne, en plein cœur de la Méditerranée[16]. Le troisième type d'embarcation primitive susceptible d'avoir été utilisé en Méditerranée, et dont l'iconographie témoigne peut-être pour le II^{ème} millénaire av. notre ère (cf. les modèles en terre cuite chypriotes[17], cf. *infra* p. 9), est l'embarcation de peaux assemblées entre elles sur une carcasse légère (fig. 7). Enfin, le dernier type d'embarcation primitive à avoir été utilisé aussi bien en eaux intérieures qu'en mer, et pour lequel les plus anciens exemplaires connus remontent au Mésolithique[18], est représenté par les pirogues monoxyles correspondant à des troncs d'arbres évidés (fig. 8).

Qu'il s'agisse des radeaux, des embarcations de roseaux ou de papyrus ou encore des embarcations de peaux, les éléments constitutifs de ces esquifs sont assemblés entre eux au moyen de cordes ou de ligatures, reproduisant ainsi, à une époque aussi ancienne, les mêmes types d'assemblage que ceux employés pour les constructions d'habitats. Semblable à un radeau, un mur, constitué de demi-rondins assemblés entre eux par des cordes, a ainsi été découvert sur le site d'Aichbühl (2800-2200)[19], tandis que les embarcations de peaux cousues reprennent bien, quant à elles, la technique des habitats faits de peaux cousues reposant sur une armature légère, en bois ou en os. Seule la pirogue, creusée dans un tronc d'arbre, ne nécessite le recours à un quelconque assemblage. Pour fabriquer ces différents types d'embarcations, les seuls outils dont l'homme a besoin sont des haches ou des herminettes, des couteaux et des aiguilles ainsi que de la corde. Aussi, toutes ces embarcations primitives peuvent-elles être construites, comme pour les premiers habitats, par des peuples relativement primitifs.

Avec l'introduction de nouveaux outils et une évolution dans les conceptions des constructions va naître le bateau tel qu'on le conçoit dans sa forme actuelle, c'est-à-dire un bateau fait de planches assemblées. La période à laquelle apparaissent les premiers bateaux de planches assemblées n'est cependant pas déterminée et la question de leur évolution, à partir des embarcations primitives, se pose encore actuellement. Basil Greenhill, pour tenter de remonter aux origines des bateaux assemblés à partir des embarcations primitives, parle de *« four roots »*[20]. D'après lui, l'embarcation de peaux cousues, avec des conditions idéales

[16] Pour la Sardaigne, cf. **Riccardi 1986** et **1988**.
[17] **Basch 1987**, p. 70-75 ; **Pomey (dir.) 1997**, p. 60-61.
[18] **Arnold 1992 a**, p. 60.
[19] **Gerner 1995**, p. 167.
[20] **Greenhill 1976**. B. Greenhill s'inscrit en réalité dans la lignée directe du système de classification établi par James Hornell (cf. **Hornell 1970**). Par ailleurs, parmi ces *four roots*, B. Greenhill inclut les embarcations de roseaux dans la catégorie des radeaux et rajoute à cette liste les "bateaux-écorces". Dans la mesure où ces

d'approvisionnement en matériaux de bonne qualité, peut présenter des possibilités d'évolution mais qui restent cependant limitées en raison des caractéristiques structurelles mêmes de ce type d'embarcation. Le radeau pourrait, selon lui, évoluer en un bateau étanche, fait de planches assemblées, mais cette évolution exige cependant, de la part des hommes, un bouleversement dans les conceptions de construction ; il serait cependant à l'origine des bateaux à fond plat. Les radeaux faits de fagots de roseaux ou de papyrus ont, de leur côté, certainement joué un rôle important dans le développement des bateaux de l'Égypte ancienne. Mais c'est finalement la pirogue, selon Greenhill, qui, en raison de sa structure et de sa nature, présente des capacités de développement presque sans limites et c'est donc à partir de cette « racine » que la plus grande variété de bateaux faits de planches assemblées aurait évolué[21]. La première évolution des pirogues monoxyles consiste en effet à ajouter, à la forme originelle de ces embarcations, des planches ou des pièces rapportées produisant ainsi ce que l'on appelle des pirogues « étendues » ou « agrandies », lorsqu'il s'agit de pièces rapportées aux extrémités pour allonger l'embarcation, ou des pirogues « rehaussées » ou « surélevées », lorsque ce sont des planches, appelées alors des fargues, qui sont rajoutées pour surélever les flancs de l'embarcation[22].

Concernant la liaison des planches entre elles, on peut penser que les premiers bateaux nés de l'évolution du radeau, de l'esquif de roseaux ou de l'embarcation de peaux ont employé le même type d'assemblage que celui qui était utilisé sur ces embarcations primitives, à savoir la ligature. En revanche, la question de l'emploi de l'assemblage par ligatures ou de l'assemblage par tenons et mortaises, ou bien encore de la possibilité d'un emploi conjoint des deux types d'assemblage, se pose véritablement pour le développement des pirogues monoxyles assemblées[23]. Aussi, bien que la ligature constitue manifestement un type d'assemblage très ancien, il est impossible d'affirmer, à l'instar de S. McGrail[24], qu'il s'agit du premier et de l'unique type d'assemblage employé dans la construction des premiers bateaux de planches assemblées et de rejeter ainsi totalement l'hypothèse que l'assemblage par tenons et mortaises ait pu être employé de manière aussi ancienne. Dans tous les cas, les diverses filiations possibles des bateaux cousus avec les embarcations primitives – radeaux, esquifs de roseaux, embarcations de peaux cousues et, possiblement, les pirogues monoxyles étendues ou rehaussées – offrent des pistes de recherche intéressantes sans qu'il soit pour autant évident de reconnaître, lors de l'étude d'un bateau cousu, la filiation avec tel ou tel type d'embarcation primitive.

---

embarcations sont exclusivement localisées en Amérique, en Australie, en Afrique, en Sibérie et en Indonésie, je n'en ai pas fait état ici.

[21] **Greenhill 1976**, p. 94 ; 129-152.

[22] Contrairement à la notion de « monoxyle assemblé » qui introduit une idée d'assemblage d'éléments structuraux, la notion de monoxyle « étendu » ou « agrandie » et de monoxyle « rehaussé » ou « surélevé » marque bien l'idée que la coque, dans ce cas, reste fondamentalement monoxyle et que ce sont de simples éléments secondaires qui sont rajoutés dans un deuxième temps (note suggérée par M. É. Rieth au cours d'un entretien qui conseille par ailleurs le renvoie à l'ouvrage de **Bidault 1945**).

[23] Pomey dans **Pomey (dir.) 1997**, p. 89.

[24] **McGrail 1996**, p. 231.

L'assemblage par ligatures, employé aussi bien dans l'artisanat et la charpenterie que dans la construction navale, est donc une technique d'assemblage très ancienne. Dans le domaine de la construction navale, c'est aussi un type d'assemblage que l'on peut qualifier d'« universel » puisqu'on le retrouve employé partout dans le monde. S. McGrail recense ainsi, pour les temps passés et actuels, des bateaux faits de planches assemblées au moyen de ligatures dans l'ensemble du monde, à l'exception de l'Australie[25] (fig. 9).

En Europe du Nord, les plus vieux bateaux de planches assemblées découverts sont datés de l'Âge du Bronze et de l'Âge du Fer ; ils ont tous été mis au jour dans le sud de l'Angleterre, à l'exception d'un bateau qui a été découvert au Danemark. Il s'agit, pour l'Angleterre, des bateaux de Ferriby, qui sont datés de la seconde moitié du II^e^ millénaire av. notre ère (fig. 10), du Brigg « *raft* », daté des environs de 800 av. notre ère (fig. 11), et du bateau de Douvres (fig. 12), daté provisoirement du XIV^e^ s. av. notre ère, ainsi que des fragments de Caldicot (fig. 13) et de Goldcliff datés, pour les premiers, entre 1880-1690 et, pour les seconds, des environs de 1000 av. notre ère. Pour le Danemark, il s'agit du bateau de Hjorstspring, daté de 350 av. notre ère (fig. 14)[26]. Tous ces bateaux sont à fond plat, sans charpente axiale, et leurs bordés ont été assemblés au moyen de ligatures, soit au moyen de points de ligatures indépendants pour les bateaux de Ferriby, le bateau de Douvres et les fragments de Caldicot, soit au moyen de lignes de ligatures continues pour le Brigg « *raft* », les fragments de Goldcliff et le bateau de Hjorstspring. Après le bateau de Hjorstspring, la tradition d'assemblage par ligatures semble disparaître au Danemark et en Angleterre, tandis qu'elle reste très vivace dans les pays les plus septentrionaux de l'Europe, à savoir en Norvège, en Laponie, en Arctique, en Suède, en Finlande, en Estonie et dans la zone européenne de la Russie où les bateaux cousus étaient en effet encore employés au cours du XIX^e^ s., voire même au début du XX^e^ s. pour la Finlande (fig. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) [27].

Dans le Sud de l'Europe, et plus généralement dans l'ensemble du bassin méditerranéen, la tradition d'assemblage par ligatures est attestée de manière assurée par l'archéologie dès la seconde moitié du VII^e^ s. av. J.-C. avec les épaves de Mazarron[28] (Espagne) (fig. 22) mais semblerait remonter, selon les sources iconographiques, à l'Âge du

[25] **McGrail 1996**, p. 227-231.
[26] Pour les bateaux de Ferriby, cf. **Wright 1990** ; pour le Brigg « *raft* », cf. **McGrail 1985** ; pour le bateau de Douvres, cf. **Bennett 1992** ; pour les fragments de Caldicot, cf. **McGrail 1995 a** ; pour les fragments de Goldcliff, cf. **McGrail à paraître** ; et pour le bateau de Hjorstspring, cf. **Crumlin-Pedersen, Trakadas 2003**. Pour une synthèse concernant l'ensemble de ces bateaux et de ces fragments, cf. également **McGrail 2001**, p. 184-192.
[27] Pour la Norvège, cf. **Christensen 1984** ; pour l'Arctique, cf. **Häggblom 1985** ; pour la Suède, cf. **Westerdahl 1985** et **Cederlund 1985** ; pour la Finlande, cf. **Forssell 1985** ; pour la zone européenne de la Russie, cf. **Cederlund 1985** et **Litwin 1985** ; pour la Laponie et l'Estonie, indications données par **McGrail 1996**, p. 228 sans qu'il m'ait été possible de vérifier ses sources bibliographiques.
[28] **Negueruela *et al.* 1995** ; **2000**.

Bronze (cf. les poêlons de Syros)[29] (fig. 23). Présente dans l'ensemble du bassin méditerranéen aux côtés de l'assemblage par tenons et mortaises jusqu'à la fin du IV^e^ s. av. J.-C.[30], la technique d'assemblage par ligatures n'a pour autant pas disparu à partir de cette date et a notamment survécu dans la région adriatique où les derniers exemplaires de bateaux cousus sont datés de l'Antiquité tardive voire, peut-être, du haut Moyen Âge avec l'épave de Pomposa[31] (fig. 24).

Aux marges de la Méditerranée, c'est en Égypte que les plus vieux bateaux cousus du monde ont été découverts. Il s'agit du bateau d'Abydos, du navire de Chéops, des fragments de Licht et des bateaux de Dahchour qui sont datés, pour les deux premiers, de la première moitié du III^ème^ millénaire av. notre ère et, pour les deux suivants, du début du II^ème^ millénaire av. notre ère[32] (fig. 25, 26, 27 et 28). En mer Rouge, sur la façade maritime orientale de l'Égypte, les bateaux cousus sont en revanche seulement attestés depuis le début de notre ère avec le *Périple de la mer Érythrée*, daté du I^er^ s. apr. J.-C., qui décrit de tels navires naviguant en mer Rouge mais aussi dans l'ensemble de la mer d'Oman (15 : 5.30, 16 :6.5, 36 : 12.8)[33]. En mer Rouge, les derniers témoignages de bateaux cousus proviennent vraisemblablement de fragments de navires datés du XV^e^ - XVI^e^ s. et découverts dans le port islamique médiéval de Kuseïr, situé sur la façade orientale de l'Égypte[34] (fig. 29). Pour la mer d'Oman, en revanche, comprenant la côte est-africaine, le sud de la péninsule arabique ainsi que la façade occidentale de l'Inde, les bateaux cousus, dont témoigne Marco Polo dès la fin du XIII^e^ s. (*Le Livre des Merveilles*, 104-105), étaient encore en usage au début du XX^e^ s. et tendent seulement à disparaître[35] (fig. 30).

En Afrique, en plus de la façade nord-orientale où les bateaux cousus sont bien connus, la tradition d'assemblage par ligatures a également été enregistrée sur des pirogues de nombreux lacs et rivières ; elle est notamment encore vivace sur le lac Victoria et le lac Tchad ainsi que sur le fleuve Niger[36] (fig. 31 et 32).

Pour le sous-continent indien, bien qu'il semble certain que les bateaux cousus ont été également employés au moins depuis le début de notre ère, il n'existe pas de témoignages connus avant le XVI^e^ s.[37]. Du XVII^e^ s. jusqu'à nos jours, les attestations de bateaux cousus ont en revanche été enregistrées pour le Bengladesh, le Pakistan, l'Inde et le Sri Lanka[38]. Dans cette partie de l'Asie, la tradition d'assemblage par ligatures des navires est toujours vivace puisqu'on rencontre encore des bateaux cousus aussi bien sur la côte occidentale de

[29] **Basch 1987**, p. 80-89.
[30] **Pomey 1997**.
[31] **Bonino 1968** ; **1985**, p. 93.
[32] **Ward 2000**.
[33] Cf. Texte traduit et commenté par L. Casson (cf. **Casson 1989**).
[34] **Blue à paraître.**
[35] Cf. notamment **Hornell 1941** ; **Bowen Jr. 1952** ; **Chittick 1980** et **Poumailloux 1999**.
[36] Cf. notamment **Basch 1987**, p. 86.
[37] **McGrail 2001**, p. 269-272.
[38] **Greenhill 1976**, p. 134-136. ; **McGrail 1996**, p. 230.

l'Inde, notamment dans les îles Laquedives[39] (fig. 33), que sur sa côte orientale, notamment sur la côte de Coromandel avec les chelingues qu'avait déjà décrites et dessinées l'amiral Pâris dans la première moitié du XIX^{e} s.[40] (fig. 34).

Pour le Sud-Est et l'Est du continent asiatique, le témoignage le plus ancien de bateau cousu est daté de 293+/-60 apr. J.-C. et a été découvert à Pontian, en Malaisie[41]. Les autres découvertes de bateaux cousus effectuées à Jenderam Hilir, en Malaisie, en Indonésie (Sumatra), en Thaïlande et aux Philippines sont datées du V^{e} au XIII^{e} s. apr. J.-C.[42]. Dans l'aire culturelle de la Chine, il n'y a pas, en revanche, de témoignages de tels bateaux avant le XVII^{e} s. avec la première mention de bateaux cousus au Vietnam[43]. Ceux-ci y sont encore utilisés aujourd'hui (fig. 35) de même qu'à Hai-nan dans la province de Guangdong, dans le Sud de la Chine[44]. Dans la partie asiatique de l'ancienne URSS, les bateaux cousus étaient encore utilisés récemment dans la province de Kamtchatka, à l'est de la Sibérie, dans les îles Kouriles ainsi que sur beaucoup de rivières coulant en direction du Nord, dans l'océan Arctique[45].

En Océanie, les grandes pirogues étendues vers le haut au moyen de fargues cousues, ou vers les extrémités au moyen d'une proue ou d'une poupe monoxyle elles aussi assemblées au moyen de ligatures, ont été signalées à partir du XVI^{e} s. (fig. 36)[46]. Encore en usage au début du XX^{e} s., la tradition d'assemblage des pirogues au moyen de ligatures a pratiquement disparu et on ne la rencontre plus qu'en certains endroits de Micronésie, notamment dans les îles Carolines, ainsi qu'en certains endroits de Polynésie, notamment en Polynésie française sur l'île Raivavae et à Wallis (fig. 37)[47].

Enfin, concernant le continent américain, il n'existe aucun vestige de bateau cousu fouillé. Cependant, aux temps des premiers contacts européens, il a vraisemblablement été signalé l'existence de bateaux cousus en deux, voire en trois endroits différents du continent. Les premiers bateaux cousus se situeraient au Sud-Ouest du Chili ; enregistrés pour la première fois en 1553, les *dalca* continuèrent à être manifestement en usage jusqu'au début du XX^{e} s.[48]. Un deuxième type de bateau cousu, appelé *tomolo*, aurait été vu dans le détroit de Santa Barbara, près de Los Angeles, en 1542 ainsi qu'en 1793 et paraît avoir survécu jusqu'au milieu du XIX^{e} s.[49]. Le troisième type de bateau cousu correspondrait à des pirogues

[39] **Varadarajan 1998**.
[40] **Pâris 1830-1832** (cf. **Rieth 1992**, p. 57 et pl. 7) ; **1843** (cf. **Rieth 1993**, p. 56-57 et pl. 27, 140).
[41] **McGrail 1996**, p. 230.
[42] **Adrian-Horridge 1978** ; **Manguin 1985**.
[43] **Manguin 1985**, p. 321, 335.
[44] **Aubaile-Sallenave 1987** ; **McGrail 1996**, p. 230 ; **Amos 1998**.
[45] **McGrail 1996**, p. 230.
[46] **Haddon & Hornell 1936-1938**.
[47] Pour Raivavae, cf. **Veccella 2003** ; pour Wallis et les îles Carolines, la survivance des pirogues cousues m'a été signalée par H. Guiot (équipe d'Ethnologie préhistorique, MAE, Université de Nanterre) et Anne di Piazza (CREDO/CNRS, Marseille) au cours d'un entretien.
[48] **McGrail 1996**, p. 230.
[49] **McGrail 1996**, p. 230.

étendues, signalées pour la première fois aux Antilles, dans les Caraïbes, par Christophe Colomb en 1492[50].

Bien qu'il y ait des lacunes dans la documentation des bateaux cousus à travers le monde – qui est certainement plus à imputer au manque de recherche qu'à leur absence – ce large balayage géographique montre ainsi que la technique d'assemblage au moyen de ligatures, pour la construction des bateaux de planches assemblées, est attestée dans tous les océans du monde et sur tous les continents, à l'exception de l'Australie où des embarcations en écorces cousues auraient néanmoins été enregistrées[51].

Concernant l'étude des bateaux cousus antiques de Méditerranée, L. Casson, suivi de J. S. Morrison et R. T. Williams, sont les premiers, dans les années 1960, à avoir attiré l'attention sur l'assemblage des bateaux au moyen de ligatures dont il était question dans les textes antiques[52]. Cependant, en l'absence de vestiges archéologiques, leurs examens des sources écrites anciennes trouvèrent bien peu d'écho dans la communauté scientifique des archéologues navals de l'époque. La publication en 1968, dans la revue *Diadora*, d'un article signalant la découverte d'une épave cousue près de Nin, en Croatie, de même que la publication en 1973 d'un article allemand paru dans *Das Logbuch* et reprenant les données de l'épave cousue de Ljubljana découverte à la fin du XIX^{e} s. en Slovénie (cf. *infra*, p. 251), passèrent néanmoins également inaperçues[53]. Il fallut, en définitive, attendre la découverte de l'épave *Bon Porté 1* sur nos côtes, en 1971 (cf. *infra*, p. 155), pour que naisse un véritable intérêt pour les bateaux cousus dans le monde méditerranéen antique. Cette épave, en raison de sa datation archaïque et surtout par les caractéristiques inhabituelles de sa coque et en particulier de son mode d'assemblage inédit qui apparut, au premier abord, énigmatique, a en effet suscité un grand intérêt. En raison de la disparition des ligatures d'assemblage, le mode de construction du navire n'a effectivement pas été compris immédiatement. Plusieurs hypothèses ont d'abord été proposées par J.-P. Joncheray[54] puis par O. Jestin et F. Carrazé[55] pour expliquer la présence de canaux obliques associés à des chevilles horizontales d'assemblage avant que L. Basch ne propose de voir, dans l'épave de Bon Porté, un ancien navire cousu qui aurait été ré-assemblé ultérieurement, après l'usure des ligatures et l'obturation des canaux de passage par des petites chevilles, au moyen des chevilles

[50] **McGrail 1996**, p. 230.
[51] **McGrail 1996**, p. 227.
[52] **Casson 1963** et **1973** ; **Morrison, Williams 1968**.
[53] Outre le fait que ces articles aient été publiés dans une revue croate, pour l'épave de Nin (cf. **Brusić 1968**), et une revue allemande, pour l'épave de Ljubljana (cf. **Salemke 1973**), peu accessibles et voire non lues par les philologues, ce désintérêt pour les vestiges archéologiques s'inscrit, à cette époque, dans un phénomène général où les épaves sont alors encore considérées comme des curiosités et non directement prises en compte dans les études d'archéologie navale.
[54] **Joncheray 1976 a**.
[55] **Jestin, Carrazé 1980**.

horizontales[56]. C'est finalement P. Pomey qui, dans un article publié en 1981, identifia l'épave comme étant un véritable bateau cousu, non ré-assemblé ultérieurement, mais dont les ligatures, bloquées dans leurs canaux de passage par des petites chevilles et associées dès la construction à la présence de chevilles horizontales, s'étaient désagrégées et avaient disparu après leur long séjour dans l'eau[57]. C'est en s'appuyant sur les épaves de Nin, Ljubljana, Cervia et Pomposa, remises en valeur à cette occasion, et avec la prise en compte, en parallèle, des témoignages littéraires des textes antiques et de certaines sources ethnographiques, que cette interprétation a pu être formulée et admise par l'ensemble de la communauté scientifique. Avec la publication de cet article, P. Pomey lança ainsi véritablement la problématique des bateaux cousus dans la construction navale antique méditerranéenne. Par la suite, l'organisation et la tenue d'un colloque international à Greenwich, en 1984, permit de faire le point, à la fois du point de vue archéologique et à la fois du point de vue ethnographique, sur l'état des connaissances de l'ensemble des bateaux cousus connus au monde[58]. Sur l'ensemble des communications, seules quatre interventions, dont deux présentaient un caractère monographique avec la présentation des épaves de Giglio et de Nin tandis que les deux autres présentaient un caractère plus général avec un exposé des sources archéologiques, écrites et iconographiques disponibles, concernaient alors le monde méditerranéen antique[59].

Depuis ce colloque, de nombreuses épaves de bateaux cousus, ou plus exactement d'épaves de bateaux présentant des assemblages par ligatures, ont été mises au jour et étudiées et on en recense aujourd'hui 42 pour l'ensemble du monde méditerranéen (fig. 38) (Égypte non comprise). La répartition chronologique de l'ensemble de ces épaves, datées de la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C. au XI^{e} s. apr. J.-C., a permis de montrer que la technique d'assemblage par ligatures n'était pas propre à la période archaïque et qu'elle survivait durant la période romaine aux côtés de l'assemblage classique par tenons et mortaises. On a longtemps pensé, en effet, avant la découverte des témoignages archéologiques montrant sa survivance, que la technique d'assemblage par ligatures, qui a longtemps coexisté avec la technique d'assemblage par tenons et mortaises, avait définitivement disparu à la fin du IV^{e} s. av. J.-C. pour faire place à l'assemblage par tenons et mortaises. Ce système, qui consiste à assembler les bordés à franc-bord au moyen de languettes chevillées dans des mortaises (fig. 39), présente assurément une plus grande longévité et une plus grande solidité que l'assemblage par ligatures et offre ainsi de plus grandes possibilités d'évolution des navires[60]. Aussi, l'assemblage par tenons et mortaises, attesté dès le XIV^{e} s. av. J.-C. avec l'épave d'Ulu

[56] **Basch 1978**.
[57] **Pomey 1981**.
[58] **McGrail et Kentley (ed.) 1985**, *Sewn Plank Boats*.
[59] Cf. **Bound 1985 a** ; **Brusić et Domjan 1985** ; **Pomey 1985** ; **Bonino 1985**.
[60] **Hornell 1970**, p. 236 ; **Steffy 1995**, p. 419-422 ; **Pomey 1997**, p. 201.

Burun[61], remplace-t-il progressivement l'assemblage par ligatures jusqu'à s'imposer, selon le témoignage de l'épave de Kyrenia (cf. *infra*, p. 226), à la fin du IV^e^ s. av. J.-C. dans la construction navale antique de l'ensemble du bassin méditerranéen[62]. Les témoignages littéraires d'auteurs antiques, de même que, désormais, les vestiges archéologiques, montrent néanmoins que l'assemblage par ligatures a survécu, même s'il s'agit d'une survivance limitée dans le temps et dans l'espace, au sein de la construction navale antique méditerranéenne. Encore employé pour la fixation des membrures au bordé sur un ensemble de navires grec hellénistique et romains découverts exclusivement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen[63], cet assemblage s'est également maintenu de manière tardive dans la région Adriatique, vraisemblablement jusqu'au haut Moyen Âge[64].

La mise au jour de cette quarantaine d'épaves a également permis de montrer qu'il n'existe pas, pour le monde antique méditerranéen, un seul système ni une seule technique d'assemblage par ligatures pour lier les éléments structuraux des navires entre eux, mais bien plusieurs. L'intérêt d'un travail de recherche portant précisément sur *« les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne »* est donc multiple. Il s'agit, dans un premier temps, de définir et de caractériser les divers systèmes d'assemblage par ligatures employés ainsi que les différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre au sein de la construction navale antique méditerranéenne avant de passer, dans un deuxième temps, à leur analyse. Cette analyse a notamment pour but de préciser les principes et les modes de fonctionnement de ces systèmes sur le plan technique et mécanique et de souligner les problèmes qu'ils soulèvent. La caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures doit également permettre, dans un troisième temps, d'établir des ensembles de navires. L'un des objectifs de ce regroupement sera de voir, à travers l'étude des systèmes et des types architecturaux des navires considérés, si les ensembles ainsi déterminés correspondent à des familles architecturales. Un autre objectif sera d'essayer de déterminer l'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et d'établir des relations, voire d'éventuelles filiations entre elles. Ce travail aura enfin pour dernier objectif d'expliquer les phénomènes de survivance de l'assemblage par ligatures dans un contexte où l'assemblage par tenons et mortaises est employé de manière universelle.

Pour une lecture aisée de la démarche adoptée dans le cadre de ce travail de recherche et des résultats obtenus, les volumes de cette thèse sont organisés de la manière suivante. Le

[61] **Pulak 1988** ; **Steffy 1994**, p. 36-37.
[62] **Pomey 1997**, p. 200-201.
[63] **Pomey 2002 d**.
[64] **Carre 1996** ; **Marlier 2000** ; **2002** ; **à paraître b**.

premier volume présente, dans une première partie, la méthodologie adoptée ainsi que, dans une deuxième partie, les sources utilisées pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique. Dans la mesure où ces sources sont directement analysées en même temps qu'elles sont présentées, leur regroupement au sein d'un catalogue à part n'est pas apparu comme pertinent et c'est donc logiquement qu'elles sont intégrées directement, dans la suite du manuscrit. Un deuxième volume regroupe l'étude proprement dite des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique avec, dans une troisième partie, la caractérisation et l'analyse de ces systèmes et de ces techniques d'assemblage. Enfin, la quatrième et dernière partie est consacrée à la détermination de grands ensembles de navires faisant usage de l'assemblage par ligatures et à la question de l'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leur relation entre elles. La conclusion générale fait office de synthèse.

1ère PARTIE

MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉTUDE DES SYSTÈMES ET DES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES DANS LA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE MÉDITERRANÉENNE

L'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures sous-entend qu'il n'existe pas, dans toute la construction navale antique, un système d'assemblage par ligatures unique ni une seule technique d'assemblage par ligatures, que ce soit pour la liaison des virures de bordé entre elles ou que ce soit pour la fixation de la membrure au bordé. Aussi, et avant d'exposer la méthodologie adoptée pour l'étude de ces systèmes et de ces techniques d'assemblage dans la construction navale antique méditerranéenne, il convient tout d'abord de définir brièvement[65] les notions de systèmes et de techniques d'assemblage. Ainsi, on entend par **« système d'assemblage »** les principes qui sous-tendent la conception et le fonctionnement général de l'assemblage même. À l'inverse, on entend par **« technique d'assemblage »** les procédés mis en œuvre pour réaliser, de manière pratique, l'assemblage défini par les principes mêmes du système d'assemblage envisagé. Le système d'assemblage renvoie donc à la conception théorique et aux implications fonctionnelles de l'assemblage envisagé tandis que la technique d'assemblage se rapporte en revanche à la réalisation pratique de cet assemblage. Par conséquent, la technique d'assemblage apparaît comme complémentaire et même comme totalement indissociable du système d'assemblage et il paraît donc logique qu'à un système d'assemblage par ligatures donné puisse correspondre plusieurs procédés de réalisation du système, et donc plusieurs techniques d'assemblage par ligatures.

L'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés, pour les premiers, et mises en œuvre, pour les secondes, dans la construction navale antique méditerranéenne va donc avoir pour **objectif premier** de **caractériser et d'analyser ces divers systèmes et ces différentes techniques d'assemblage**. La caractérisation implique, par conséquent, un recensement et un examen minutieux de toutes les sources d'étude ayant trait aux bateaux de l'Antiquité présentant des assemblages par ligatures, appelés plus communément « bateaux cousus »[66]. Il s'agit des sources d'étude directes qui comptent les sources écrites, les sources iconographiques et les sources archéologiques. En revanche, pour l'analyse de ces systèmes et de ces techniques d'assemblage par ligatures, l'observation et l'examen des sources d'étude ne suffisent plus et le recours à des outils d'analyse complémentaires est alors nécessaire. Ces outils sont au nombre de trois et regroupent l'ethnographie navale, l'expérimentation et l'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages.

[65] Les définitions proposées dans un premier temps ici sont en effet brèves et succinctes dans la mesure où ces définitions seront reprises et développées en introduction de la troisième partie de cette étude (cf. *infra*, p. 399-400).

[66] On verra cependant que cette appellation commode de « bateaux cousus » est employée, la plupart du temps, de manière abusive et, à moins d'être utilisée à propos, c'est-à-dire pour des navires entièrement assemblés au moyen de ligatures, ou entre guillemets ("") pour en marquer la réserve, on préfèrera parler le plus souvent de « bateaux présentant des assemblages par ligatures ».

Le deuxième objectif de l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne va ensuite consister à **établir**, à partir de la caractérisation de ces systèmes et de ces techniques, **des ensembles de navires et de voir si à ces différents ensembles correspond une même famille architecturale**.

Enfin, **le troisième et dernier objectif** de cette étude sera d'**essayer de déterminer les origines géographiques et culturelles des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et d'établir des relations, voire des filiations éventuelles, entre elles**. **Les phénomènes de survivance de certaines de ces traditions techniques seront**, de ce fait, **également abordées**.

Avant de revoir en détail les sources d'étude et les outils d'analyse pour atteindre ces objectifs, il convient en premier lieu, dans le cadre de la méthodologie adoptée pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne, de définir précisément quelles sont les limites géographiques et chronologiques qui ont été fixées à cette recherche.

I. Les limites géographiques et chronologiques

Les limites géographiques et chronologiques de ce travail de recherche, portant sur *« les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne »*, sont théoriquement circonscrites au bassin méditerranéen à l'époque antique. Néanmoins, dans la mesure où, en marge de la Méditerranée, l'Égypte ancienne témoigne également d'une forte tradition d'assemblage par ligatures pour la construction de ses navires et de ses embarcations, il a paru intéressant, dans un souci comparatif entre les assemblages par ligatures de type méditerranéen et les assemblages par ligatures de type égyptien, de prendre en compte l'ensemble des sources concernant les bateaux cousus – ou assemblés en partie au moyen de ligatures – du monde égyptien. En effet, même si la construction navale de l'Égypte ancienne est reconnue comme étant totalement différente de la construction navale antique méditerranéenne[67], la prise en compte et l'analyse des assemblages par ligatures des navires égyptiens devraient permettre de voir s'il existe tout de même des analogies avec les assemblages des navires de Méditerranée, supposant ainsi des conceptions proches voire, plus directement, des influences égyptiennes sur les assemblages méditerranéens. Par conséquent, et même si la cible essentielle de ce travail de recherche demeure les assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne, le cadre géographique de l'étude se trouve élargi à l'Égypte. La prise en compte de l'Égypte ancienne contribue par ailleurs à faire remonter les limites chronologiques de l'étude au début du III^{ème} millénaire av. notre ère. À l'inverse, pour la fixation du terminus *ante quem*, la prise en compte d'une épave découverte en Adriatique, et possiblement datée du XI^{e} s. apr. J.-C., étend ces limites jusqu'au haut Moyen Âge. Bien que débordant du cadre chronologique fixé par le titre de ce travail de recherche, la prise en compte de la dernière épave du monde méditerranéen présentant encore des assemblages par ligatures à une époque aussi tardive paraissait indispensable.

Par conséquent, et en raison de la prise en compte de l'Égypte ancienne et d'une épave possiblement datée du haut Moyen Âge pour les besoins de notre étude, **les limites géographiques de ce travail de recherche sont fixées à l'ensemble du bassin méditerranéen étendu à l'Égypte – Basse et Haute Égypte – et les limites chronologiques couvrent près de quatre millénaires, de 3000 av. J.-C. jusqu'au XI^{e} s. apr. J.-C.**

L'espace considéré, pour cette recherche, est donc vaste et la fourchette chronologique importante. La documentation s'y rapportant, pour l'étude des assemblages par ligatures, n'est pourtant pas si abondante. Les trois types de sources directes dont on dispose, et que sont les

[67] Cf. notamment **Basch 1987**, p. 52.

sources écrites, les sources iconographiques et les sources archéologiques, ne constituent en effet pas une documentation démesurée. Les sources écrites, correspondant aux écrits des auteurs anciens, grecs ou latins, évoquant ou abordant directement la réalité des bateaux "cousus", sont ténues tandis que les sources iconographiques, correspondant à tous les types de support représentant, pour l'Antiquité, des bateaux assemblés au moyen de ligatures, sont rares. Finalement, seules les sources archéologiques, correspondant aux épaves découvertes en Égypte ainsi que dans l'ensemble du bassin méditerranéen et présentant des assemblages par ligatures, permettent de constituer un corpus conséquent pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique.

II. Les sources d'étude directes pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique

A. Les sources écrites

Bien que s'étalant sur une chronologie large de près de treize siècles – du VIII^{e} s. av. J.-C. au V^{e} s. apr. J.-C. – les sources écrites dont on dispose, pour l'étude des assemblages par ligatures dans la construction navale antique, sont peu abondantes. Dans toute la littérature antique, grecque et latine confondues, seuls dix passages parlant directement ou, le plus souvent, évoquant la réalité de bateaux cousus – ou assemblés au moyen de ligatures – sont ainsi recensés. Par ailleurs, dans la mesure où nous ne disposons pas, pour l'Antiquité, de traités théoriques d'architecture navale, comme l'étaient peut-être les *Libri Navales* de Varron qui n'ont malheureusement pas été conservés, les textes de cette période se rapportant aux bateaux "cousus" ont rarement pour objet de traiter de manière technique ou précise les assemblages par ligatures. Les auteurs de ces écrits sont en effet historien (Hérodote), poètes ou dramaturges (Homère, Eschyle, Virgile), grammairiens ou encyclopédistes (Varron, Verrius Flacus), naturaliste (Pline), géographe (Strabon), ou encore Père de l'Église latine (saint Jérôme) ; leurs références aux bateaux assemblés au moyen de ligatures, lorsqu'il ne s'agit pas de métaphores ou de brèves allusions, sont par conséquent le plus souvent sommaires et laconiques. Ainsi, à l'exception de quelques textes qui apportent des informations précises sur les assemblages par ligatures et les bateaux cousus en général, la plupart des sources écrites antiques ne fournissent que des indications ponctuelles et succinctes, qui relèvent le plus souvent du témoignage. L'appréhension du contexte historique précis de ces témoignages est également délicate et doit être abordée avec attention.

L'autre difficulté, liée aux sources écrites, réside dans la lecture et la traduction de ces passages. En effet, dans la mesure où la plupart de ces textes ont été traduits par des non-spécialistes de l'archéologie navale, la transcription exacte des termes techniques leur a le plus souvent échappée. La traduction et l'étude de ces passages ont bien sûr été repris par des archéologues navals, tel que Lionel Casson, mais la transcription et les interprétations techniques données par ces spécialistes sont encore sujets à débats au sein de la communauté scientifique. Pour aborder ces différents textes, j'ai donc eu recours à la traduction et à l'étude directement faites par les spécialistes d'archéologie navale et, afin de pouvoir me positionner dans le débat, n'étant moi-même pas helléniste ou latiniste, j'ai bénéficié de l'aide précieuse de M. Didier Pralon, professeur de grec ancien à l'Université de Provence, rattaché au Centre Paul Albert Février (CNRS). Ce dernier, également sensibilisé au domaine de l'archéologie navale en raison de ses relations scientifiques avec MM. Patrice Pomey et André Tchernia dans le cadre de la MMSH, m'a aidée à traduire l'ensemble de ces passages et m'en a donné,

pour certains, des traductions originales que je retranscris dans la deuxième partie de cette étude, avec son autorisation.

Les sources écrites, concernant les assemblages par ligatures dans la construction navale antique, sont donc peu nombreuses, le plus souvent laconiques, et de surcroît délicates à traduire et à interpréter. Pour autant, elles ne sont pas dénuées d'intérêt et méritent une attention particulière dans la mesure où elles pourront être confrontées avec les sources archéologiques. Cette confrontation devrait ainsi permettre de mieux comprendre les textes et, en retour, de mieux interpréter les vestiges.

B. Les sources iconographiques

Les sources iconographiques, bien qu'extrêmement abondantes et variées concernant la marine antique[68], sont malheureusement très pauvres en ce qui concerne la représentation de bateaux "cousus". Seule l'Égypte prédynastique présente un corpus abondant ; celui-ci concerne cependant, non pas directement les bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures, mais les embarcations primitives en papyrus liées au moyen de cordes. Pour l'Égypte ancienne, seules deux scène représentant directement des bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures et datant de l'Ancien Empire sont en définitive connues tandis que pour l'ensemble du bassin méditerranéen, seules trois types de représentations, datant pour les deux premières de l'Âge du Bronze et pour la troisième de l'Âge du Fer, sont recensées. Les supports de ces représentations sont variés et il s'agit soit de peintures murales (Égypte ancienne), soit de modèles en terre cuite ou d'incisions gravées sur de la terre cuite (Égypte ancienne et Méditerranée de l'Âge du Bronze), soit encore de modèles en bronze (Méditerranée de l'Âge du Fer). Liées soit au support utilisé, soit aux auteurs des représentations, soit encore aux conventions de l'époque, ces sources présentent toutefois des risques d'erreurs ou d'approximation et leur lecture n'est pas toujours aisée[69]. Ainsi n'est-il pas évident, sur tous les supports précédemment évoqués, de reconnaître des bateaux assemblés au moyen de ligatures et seule une analyse critique rigoureuse devrait permettre leur identification précise et leur étude. Pour autant, il faut bien reconnaître que même étudié au travers du filtre de l'analyse critique, l'interprétation d'un document iconographique reste une interprétation subjective de ce que l'on voit ou de ce que l'on croit voir. Par ailleurs, de même que les textes, les documents d'iconographie navale antique n'ont pas été réalisés à des fins didactiques. Il s'agit en effet essentiellement de représentations décoratives et par conséquent, si un bateau "cousu" est identifiable sur l'un ou l'autre support, il n'est pas évident que ces représentations nous fournissent des détails techniques quant au type

[68] Cf. le recueil exhaustif de **Basch 1987**.
[69] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 55 de leur manuscrit.

d'assemblage par ligatures mis en œuvre dans la coque du bateau représenté. Aussi, les documents iconographiques ont-ils plus une valeur de témoignage qu'ils ne représentent une source d'étude directe pour les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique. Ils sont, de ce fait, complémentaires des sources archéologiques dans la mesure où ces documents couvrent une période, notamment pour la Méditerranée antique, pour laquelle nous n'avons pas encore découvert de bateaux assemblés au moyen de ligatures.

C. Les sources archéologiques

Les sources archéologiques regroupent l'ensemble des épaves d'Égypte et de Méditerranée présentant des assemblages par ligatures. Ces épaves ne correspondent donc pas nécessairement à des bateaux entièrement assemblés au moyen de ligatures et seul le bordé peut être assemblé – entièrement ou en partie – au moyen de ligatures ou, à l'inverse, seule la membrure peut avoir été assemblée au moyen de ligatures tandis que le bordé est assemblé au moyen de tenons et mortaises et enfin, ces bateaux peuvent ne présenter que de petites sections de ligatures correspondant le plus souvent à des réparations. L'unique critère de prise en compte de toutes ces épaves est donc la présence d'assemblages par ligatures. De ce fait, le navire de Kyrenia est également intégré à ce corpus en raison de la présence d'une planche de vaigrage – correspondant vraisemblablement à une planche de bordé réemployée – qui présente des traces d'assemblage par ligatures. De même, le navire 1 de Marsala est également pris en compte en raison de la présence unique d'un élément de superstructure présentant des assemblages par ligatures. Seul le navire du Golo, intégré au sein de ce corpus, ne présente vraisemblablement aucun assemblage par ligatures. Néanmoins, en raison de l'absence d'une véritable fouille menée sur cette épave découverte en 1777 et qui aurait pu permettre de mettre en évidence de tels assemblages ainsi qu'en raison des nombreuses analogies de forme et de structure que ce navire présente avec d'autres navires de ce corpus, il paraissait indispensable de prendre en compte cette épave au sein de notre étude.

Aux côtés des sources écrites et des sources iconographiques, les sources archéologiques regroupent ainsi la documentation la plus abondante et la plus importante pour l'étude des assemblages par ligatures dans la construction navale antique puisqu'on recense en effet, au sein de ce corpus archéologique, pas moins d'une quarantaine d'épaves, découvertes en Égypte (6) ainsi que dans l'ensemble du bassin méditerranéen (42). En Méditerranée, ces épaves se concentrent essentiellement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, et plus particulièrement sur les côtes de France (18), de l'Adriatique (13) et de l'Espagne (4) tandis que dans la partie orientale, on recense à peine trois épaves, la première localisée sur la côte nord de l'île de Chypre, la deuxième sur les côtes turques et la

troisième, sur les côtes d'Israël (fig. 38 carte). La disparité de ces découvertes, situées pour la plupart en mer, reflète en réalité, non pas l'absence de bateaux "cousus" en Méditerranée orientale ou au contraire l'abondance de ceux-ci en Méditerranée nord-occidentale, mais bien plutôt la réalité des recherches, et donc, des découvertes. La France, l'Espagne et l'Italie sont en effet dotées de structures administratives et scientifiques chargées de recenser, de préserver, voire d'étudier, les épaves découvertes dans leurs eaux territoriales[70] ; ce sont également des zones très fréquentées par les pêcheurs et les plongeurs. À l'inverse, pour la Méditerranée orientale, seule Israël possède un centre d'archéologie sous-marine actif tandis qu'une équipe de recherche américaine travaille de manière régulière sur les côtes de la Turquie actuelle depuis les années 1960, et que la découverte de l'épave de Kyrenia, sur la côte nord de Chypre en 1967, est due à une équipe de recherche anglo-américaine qui menait alors un programme de prospection sur les côtes de l'île[71]. Outre le fait que certaines zones peuvent être dépourvues d'épaves, soit en raison de la nature d'un milieu peu propice à leur conservation ou à leur repérage, soit en raison d'une faible fréquentation des fonds par les pêcheurs ou les plongeurs limitant de ce fait la découverte des épaves, cette répartition correspond donc globalement à l'état de la recherche archéologique sous-marine en Méditerranée. On s'étonnera donc de l'absence de découvertes de bateaux présentant des assemblages par ligatures en Grèce dans la mesure où de nombreuses épaves y sont recensées et où une structure administrative et scientifique existe[72].

Les épaves constituant le corpus archéologique couvrent par ailleurs une large période puisqu'elles sont datées de 3000 av. J.-C. jusque vraisemblablement au XI^{e} s. apr. J.-C. Les bateaux les plus anciens sont ainsi datés du III^{ème} et du début du II^{ème} millénaire av. notre ère ; il s'agit des bateaux égyptiens (6). Pour la Méditerranée, en revanche, un ensemble important de bateaux (15) est daté entre la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C. et la fin du IV^{e} s. av. J.-C. tandis qu'un autre (21) s'inscrit entre la seconde moitié du II^{e} s. av. J.-C. et le début du II^{e} s. apr. J.-C. ; enfin, deux bateaux de l'Adriatique sont datés de l'Antiquité tardive et possiblement du haut Moyen Âge.

[70] Pour la France, il s'agit du Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (DRASSM), qui dépend directement du Ministère de la Culture ; pour l'Espagne, ces structures sont réparties au sein des régions : il s'agit, pour la Catalogne, du *Centro de Arquelogía Subacuática de Cataluña* (*CASC*) ; et pour l'Italie, la gestion se fait également au niveau de chaque région (par Surintendance) mais sous le contrôle général du *Servizio Tecnico per l'Archeologia Subaquea* (*STAS*) au sein du *Ministerio dei Beni Culturali*.

[71] Pour Israël, il s'agit du *Center for Maritime Studies* (*CMS*), de l'Université d'Haïfa et pour la Turquie, il s'agit de l'*Institute of Nautical Archaeology*, (*INA*) de l'*A & M Texas University*, qui travaille depuis les années 1960 sur ses côtes, à partir d'une base située à Bodrum. L'équipe de recherche anglo-américaine, responsable du programme de prospection conduite sur les côtes de Chypre à la fin des années 1960, était constituée de membres du musée de l'Université de Pennsylvanie et de membres du laboratoire de recherche en Archéologie et Histoire de l'Art d'Oxford.

[72] Il s'agit de l'*Eforia Enalion Arxaiotiton* (Ephorie de la Mer) dépendant directement du Ministère de la Culture.

Les épaves regroupées au sein de ce corpus correspondent en outre essentiellement à des bateaux de commerce. Cette prépondérance est due à leur cargaison généralement constituée, pour l'Antiquité, de matériaux indestructibles (amphores, céramiques, métaux…) qui permet, contrairement aux bateaux de pêche, au bateaux de servitude ou aux navires de guerre dépourvus de cargaison, de les protéger des agressions extérieures mais aussi de les signaler. On compte donc seulement, au sein du corpus archéologique, quatre bateaux funéraires, un navire de cérémonie, quelques bateaux de pêche et un navire de guerre. Ces bateaux étaient cependant conservés dans des conditions particulières, soit inhumés de manière intentionnelle, en terre ou dans des fosses non comblées pour les bateaux de l'Égypte ancienne, soit conservés également en terre mais abandonnés alors dans des vases portuaires ou naufragés sur un rivage, soit conservés en mer, mais protégés par des bancs de sable, soit encore conservés en eaux intérieures pour certains bateaux de la zone nord-occidentale de l'Adriatique.

Par conséquent, on dispose, pour les sources archéologiques, d'un échantillon de bateaux présentant des assemblages par ligatures statistiquement très limité et très inégalement réparti dans l'espace, dans le temps et dans les genres. Par ailleurs, qu'elles aient été découvertes en mer, en eaux intérieures ou en terre, ces épaves ont été soumises aux phénomènes complexes qui régissent leur processus de formation. Ainsi selon le lieu et les circonstances du naufrage, la profondeur, la nature des fonds et l'enfouissement plus ou moins rapide de l'épave, le type de côte, mais aussi selon la nature et la composition de la cargaison, les épaves seront plus ou moins bien conservées et rares sont de surcroît les épaves qui auront conservé des ligatures d'assemblage encore en place. Par ailleurs, l'étude de ces épaves va dépendre de la qualité de la documentation disponible pour chacune d'entre elles. Ainsi la présentation et l'examen des sources archéologiques, proposés en deuxième partie de cette étude, reposent-ils sur plusieurs types de documents.

Le plus souvent, il s'agit de documents de deuxième main avec un dépouillement exhaustif de toute la bibliographie consacrée à l'épave en question. La prise en compte de l'ensemble de la bibliographie permet ainsi de recouper les données et de faire une présentation la plus complète possible de l'épave avec cependant un regard critique et une première analyse de cette documentation. La qualité des publications est cependant très inégale d'une épave à une autre et peut ainsi conduire à un examen des plus succincts.

En plus d'une bibliographie de référence, j'ai également pu bénéficier, pour certaines épaves, de l'accès à une documentation de première main. Ce fut notamment le cas pour un certain nombre d'épaves rouvertes dans le cadre du programme *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* que dirigent MM. P. Pomey et F. Guibal et qui m'ont permis d'accéder aux carnets de fouille ainsi qu'aux relevés pratiqués directement sur les épaves (cf. pour les épaves *La Roche Fouras*, *Jeaume-Garde B*, *Dramont*

C, *Plane 1* et *Cavalière*)[73]. De même, M. Marco Bonino m'a aimablement prêté l'ensemble de la documentation de première main (relevés, coupes transversales et croquis) concernant l'épave de Comacchio, tandis que M. Xavier Neto a présenté à l'équipe du bureau d'archéologie navale du CCJ l'ensemble de la documentation concernant l'épave de Cala Sant Vicenç, m'autorisant à utiliser certaines des données communiquées. Enfin, j'ai eu l'opportunité, pour deux des épaves prises en compte dans le corpus archéologique, de les fouiller et de participer directement à leur étude. Il s'agit, pour la première, de l'épave *Grand Ribaud F* pour laquelle j'ai pu assister M. Michel Rival (CCJ) concernant les observations et les relevés ainsi que, pour la seconde, de l'épave *SM24* pour laquelle j'étais chargée, sous la direction scientifique de M. Luc Long (DRASSM) et assistée de M. Rival, de l'étude architecturale de la coque. Pour cette dernière, les informations présentées en deuxième partie de cette étude sont ainsi inédites et n'ont pas encore été publiées.

Dans tous les cas, et quel que soit le type d'approche qui m'a permis d'étudier ces épaves, elles sont toutes présentées et examinées selon une même trame suivant un même raisonnement qui reprend, dans l'ordre, la localisation (contexte archéologique) et la découverte de l'épave, les opérations dont elles ont fait l'objet, le matériel mis au jour et leur datation[74], l'état de conservation de leur coque, l'auteur de l'étude architecturale au moment de la fouille et du post-fouille ainsi qu'une présentation architecturale des vestiges ; enfin, sont présentés, à partir de ces données, le système et le type architectural du bateau considéré, les principes et les méthodes de construction déterminés, le type du navire et sa fonction, son espace de navigation et son origine présumée. À la fin de chaque notice est ensuite indiquée la bibliographie de référence pour l'épave présentée[75].

D. Conclusion sur les sources d'étude directes

Les sources d'étude directes, pour la caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique, regroupent donc les sources écrites, les sources iconographiques et les sources archéologiques. Si les sources écrites et les sources iconographiques nous apportent des témoignages sur l'existence des bateaux "cousus" en une région donnée et à un moment donné, les informations techniques qu'elles pourraient être susceptibles de nous fournir concernant les assemblages par ligatures sont en revanche rares et le plus souvent sommaires. Ce sont donc les sources archéologiques qui, avec pas moins d'une quarantaine d'épaves, nous fournissent la documentation la plus abondante et la

[73] Pour plus d'informations sur ce programme dirigé depuis 1991 par P. Pomey (CCJ/CNRS-Université de Provence) et F. Guibal (IMEP/CNRS-Université d'Aix-Marseille III), voir **Guibal, Pomey 1998 a** et **1999**.
[74] Les épaves sont en effet le plus souvent datées par le matériel archéologique qu'elles contiennent. Il ne s'agit donc pas de la date de construction du navire qui est généralement impossible à déterminer (cf. à ce sujet **Pomey, Rieth à paraître**, p. 40-41 de leur manuscrit).
[75] Ces bibliographies de référence sont bien sûr reprises dans la bibliographie générale qui se trouve à la fin du second volume de thèse.

plus précise pour la caractérisation et l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique. Malheureusement, les épaves, et notamment les ligatures, n'ont pas toujours été bien conservées et les études qui leur sont relatives sont inégales. Dès lors, et bien que représentant la source d'étude essentielle pour les assemblages par ligatures dans la construction navale antique, les épaves ne pourront répondre à toutes les interrogations soulevées dans le cadre de cette recherche. Le recours à d'autres sources d'étude, que l'on pourrait plutôt qualifier ici « d'outils d'analyse », est donc nécessaire afin de procéder à l'analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique, analyse entreprise dans la troisième partie de cette étude. Ces outils sont, d'une part, les sources ethnographiques et, d'autre part, l'expérimentation. L'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages doit également permettre d'apporter des éléments pour l'analyse des assemblages par ligatures.

III. Les outils d'analyse pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique

A. Les sources ethnographiques

Le premier outil qui peut être employé, pour l'analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique, est moins un outil d'analyse directe qu'une base d'étude comparative indirecte. Il s'agit de l'ethnographie qui, par l'enquête de terrain avec les phases d'observation et de description, correspond au premier stade de la recherche ethnologique, science humaine ayant pour objet l'étude des sociétés humaines actuelles[76]. Dans le domaine des études d'architecture navale, c'est l'amiral François-Edmond Pâris qui, au XIX^{e} s., est à l'origine de « l'édification des assises méthodologiques et scientifiques de l'ethnographie nautique » avec la mise au point d'une nouvelle méthode d'étude qu'É. Rieth résume en cinq termes : « observer, dessiner, décrire, comparer, analyser »[77]. Les études, conduites en ethnographie navale selon cette méthode, se révèlent ainsi des plus utiles et des plus complémentaires avec les études conduites dans le domaine de l'archéologie navale. Ainsi, concernant l'étude des navires assemblés au moyen de ligatures, bien qu'il n'existe plus, de nos jours, de navires présentant de tels assemblages en Méditerranée et en Égypte, d'autres types de bateaux "cousus" existent encore dans des espaces de navigation « extra-méditerranéens » et « extra-égyptiens », notamment dans l'ensemble de l'océan Indien et de l'océan Pacifique et également sur de nombreux lacs et fleuves d'Afrique (cf. *supra* Introduction). La mise en perspective des rapports ethnographiques concernant ces bateaux avec nos sources archéologiques – qui consiste à « observer le présent pour comprendre le passé »[78] – doit ainsi permettre une approche plus sensible des assemblages par ligatures employés dans la construction navale antique. Les sources ethnographiques peuvent également être considérées comme des sources d'interprétation des vestiges archéologiques[79] dans la mesure où l'état de conservation des épaves, on l'a dit, est variable, et que les ligatures d'assemblage ont le plus souvent disparu sous l'effet des phénomènes taphonomiques. Les documents ethnographiques peuvent ainsi être utiles pour restituer un système d'assemblage et en comprendre son fonctionnement. C'est notamment grâce aux documents ethnographiques, et à leur rôle "interprétatifs", que le navire de Bon Porté a de ce fait pu être interprété comme un bateau assemblé au moyen de ligatures (cf. *supra* Introduction)[80].

[76] Cf. le *Manuel d'ethnographie* de Marcel Mauss publié en 1967.
[77] **Rieth 2001**.
[78] **Jockey 1999**, p. 310.
[79] Cf. **McGrail 1996**, p. 231.
[80] **Basch 1978** ; **Pomey 1981**.

Par ailleurs, outre la mise en perspective des assemblages par ligatures caractérisés au travers de certaines enquêtes ethnographiques avec les assemblages par ligatures qui auront pu être déterminés pour la construction navale antique, l'intérêt pour les bateaux cousus actuels est également d'aborder certains aspects impossibles à entrevoir au travers des sources archéologiques. Il s'agit notamment de la construction même d'un bateau cousu et de la réalisation des assemblages par ligatures avec le nombre de personnes nécessaire, les étapes suivies, les gestes effectués, les outils utilisés *etc.…* Il s'agit également de remettre en contexte les assemblages par ligatures en considérant les systèmes d'assemblage employés pour la construction de tel ou tel type de bateau et la manière dont celui-ci se comporte dans l'espace de navigation dans lequel il s'inscrit. Il s'agit enfin de voir quand et comment sont effectuées les réfections des assemblages par ligatures qui nécessitent, en raison de leur fragilité et des contraintes auxquels ils sont soumis, d'être remplacés régulièrement.

Bien que devant être traitées avec précaution, notamment concernant les analogies subjectives qui peuvent être faites avec les sources archéologiques, les sources ethnographiques apparaissent donc incontournables et essentielles dans l'analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique. Parmi l'ensemble des exemples ethnographiques disponibles des bateaux cousus actuels ou ayant récemment disparu, je choisirai donc, à travers un large balayage géographique, un échantillon comparatif qui me semble pertinent, susceptible d'apporter des éléments intéressant directement notre étude.

B. L'archéologie expérimentale

Le second de ces outils est un outil permettant d'accéder à une analyse plus directe et tangible de ces divers systèmes et de ces différentes techniques d'assemblage par ligatures. Considérée par certains comme le prolongement naturel de l'ethno-archéologie[81], il s'agit de l'archéologie expérimentale dont l'objectif est de reconstruire, par l'expérimentation, une « machine » grandeur nature afin de « vérifier la validité des hypothèses de restitution et de contrôler la pertinence de la chaîne opératoire qui a conduit de sa conception à sa réalisation, mais aussi d'en comprendre le mode de fonctionnement et d'utilisation »[82].

Le recours à l'archéologie expérimentale, par son approche novatrice et ses apports de premier ordre à l'étude des vestiges archéologiques, est ainsi devenu habituel dans tous les domaines de l'histoire des techniques, notamment dans le domaine de l'archéologie navale[83].

[81] **Jockey 1999**, p. 310.
[82] Définition donnée par P. Pomey et É. Rieth dans **Pomey, Rieth à paraître**, p. 125 de leur manuscrit.
[83] **Jockey 1999**, p. 317.

L'approche expérimentale, pour les études d'archéologie navale, remonte en effet au XIX[e] s. avec, d'une part, la reconstitution, sur l'initiative de l'empereur Napoléon III, d'une trirème romaine dont le projet fut confié à Augustin Jal et Dupuy de Lôme[84] et, d'autre part, avec la réplique archéologique d'un navire viking en Scandinavie qui effectua la traversée de l'Atlantique nord à l'occasion de l'Exposition Universelle de Chicago[85]. La construction de modèles grandeur nature – ou répliques navigantes – ne constitue cependant pas la seule approche possible en archéologie expérimentale et toute une série de modèles, à diverses échelles, peut être envisagée pour procéder à l'étude architecturale d'une épave. Ces études novatrices ont ainsi été développées au cours du XX[e] s. par plusieurs écoles, notamment avec l'école scandinave sous la direction de Ole Crumlin-Pedersen (Roskilde, Danemark), l'école anglaise, sous la direction de Sean McGrail (Southampton)[86] et, pour l'époque antique, l'école américaine sous la direction de J. R. Steffy (*INA*, Texas). Le Centre Camille Jullian (CNRS-Université de Provence), au sein duquel les études d'archéologie navale ont été développées par P. Pomey, se rattache plus directement à l'école "Steffy" qui a notamment développé la notion de modèles d'étude dont le but est de valider des hypothèses de travail à partir des vestiges archéologiques[87]. La réalisation de ces modèles permet ainsi d'apporter des solutions à des problèmes précis qui ne pourraient être résolus de manière graphique et par conséquent, les maquettes permettent une meilleure compréhension des procédés de construction. Ainsi, pour prendre l'exemple de l'épave *Jules-Verne 9* découverte à Marseille en 1993 (cf. *infra* les sources archéologiques, p. 168), son étude a nécessité la construction de pas moins de cinq modèles d'étude de types différents correspondant à des fonctions distinctes. Parmi ces modèles, trois, correspondant à des étapes successives de la restitution, ont servi à corriger et à valider le plan des formes et des lignes du bateau préalablement établies tandis qu'un quatrième a permis, en reconstituant dans sa totalité une hypothèse de cette grande barque de pêche (à l'échelle 1/10[e]), d'étudier sa structure, ses superstructures, son système de propulsion et ses aménagements[88]. Un cinquième modèle d'étude, construit à l'échelle 1, porte sur la restitution des systèmes d'assemblage par ligatures employés pour la construction du bateau[89] (fig. 133i et 133j). Ce dernier modèle, portant seulement sur une section du navire intéressé, apparaît être un bon compromis entre les objectifs recherchés, portant sur des points précis de la construction, et les exigences matérielles, humaines et financières à mobiliser pour un tel projet et constitue donc une alternative favorable à la construction d'une réplique navigante. En effet, si la construction d'une réplique navigante, dans le cadre d'un programme d'archéologie expérimentale précis et rigoureux, constitue un objectif idéal pour les études d'archéologie navale, elle n'en demeure pas moins un projet coûteux, long et fastidieux à

[84] **Pomey, Rieth 2001**.
[85] Il s'agit d'une réplique du navire viking de Gokstad (Norvège) (cf. **Christensen 1986**).
[86] Pour une réflexion méthodologique de S. McGrail au sujet des divers modèles d'étude qui peuvent être construits dans le cadre des études d'archéologie navale, cf. **McGrail 1986**.
[87] **Steffy 1976** et **1994**.
[88] Cf. **Pomey 2003**.
[89] Cf. **Pomey 1999 c**, p. 150 et fig. 6, p. 152.

réaliser[90]. Aussi, le modèle d'étude grandeur nature portant sur une section de navire se révèle-t-il parfaitement adapté à l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage. Dans le cas des assemblages par ligatures, la construction d'un tel modèle permet ainsi d'expérimenter, en grandeur réelle, les techniques de construction mises en œuvre pour réaliser tel ou tel assemblage par ligatures tout en restituant, d'autre part, les différents systèmes d'assemblage étudiés.

Le projet de monter un programme d'archéologie expérimentale, dans le cadre de ma thèse, ayant pour but de construire des modèles similaires au modèle d'étude *Jules-Verne 9*, mais portant sur des navires présentant des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures différents, a ainsi vu le jour. Pour la construction de chaque modèle, l'objectif d'expérimenter et de restituer un assemblage par ligatures particulier était le même que celui fixé pour la construction du modèle *Jules-Verne 9* tandis qu'à terme, la construction de plusieurs répliques de sections de bateaux présentant des systèmes d'assemblage par ligatures différents devait permettre une comparaison plus sensible de ces divers systèmes, concernant notamment leur degré de technologie et leur principe de fonctionnement. Au total, et en comptant le modèle *Jules-Verne 9* déjà réalisé, ce sont donc quatre modèles d'étude portant sur des navires et des assemblages différents qui ont été construits. Le protocole d'étude de ce programme est détaillé dans la troisième partie de cette étude de même que sont rapportés les détails des constructions et des résultats obtenus pour chacun de ces modèles (cf. *infra*, p. 499-504).

C. L'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour réaliser les assemblages

L'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages, à savoir pour la confection des ligatures mais aussi pour la réalisation des éléments dits « de pré-assemblage » employés éventuellement pour le montage du bordé, pour la réalisation des autres éléments d'assemblage employés possiblement en alternance avec les assemblages par ligatures pour la fixation de la membrure au bordé, pour la réalisation des petites chevilles de blocage ainsi que pour les éléments et les enduits d'étanchéité, peut également contribuer à l'analyse des divers systèmes et des différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mis en œuvre dans la construction navale antique.

L'intérêt pour les différents types de ligatures et les matériaux employés pour leur réalisation se justifie dans la mesure où les qualités et les performances d'une ligature, notamment son élasticité, sa résistance à la rupture et à l'abrasion ainsi que sa durabilité,

[90] Voir par exemple, pour un projet exemplaire, la construction du *Kyrenia II*, réplique navigante du navire grec de Kyrenia (cf. **Katzev S. W. et Katzev M. L. 1986** ; **Katzev M. L. 1989 a** ; **1989 b** ; **1990** et **Pomey (dir.) 1997**, p. 168-171).

dépendent du matériau dans lequel elle est réalisée et de la manière dont elle est fabriquée (toron, tresse, réalisé avec combien de brins *etc*…. ?). L'intérêt, ensuite, pour les éléments d'étanchéité mis en œuvre et les matériaux employés pour assurer l'étanchéité de tel ou tel système d'assemblage, s'inscrit dans cette même analyse de performance et de durabilité d'un système d'assemblage. Enfin, dans la mesure où d'autres éléments d'assemblage peuvent être associés aux assemblages par ligatures – que ce soit des éléments de « pré-assemblage » pour le montage du bordé ou des éléments d'assemblage mis en alternance avec des points de ligatures pour la fixation de la membrure au bordé – il paraît indispensable de s'intéresser aux matériaux employés pour leur réalisation afin d'appréhender la pertinence du choix des constructeurs, si choix il y a.

L'étude des matériaux employés pour la confection des assemblages par ligatures pourra être entreprise à partir de la confrontation des sources écrites et des sources archéologiques tandis que l'analyse des types de ligatures et des matériaux employés pour réaliser l'étanchéité des assemblages ainsi que pour réaliser les éléments d'assemblage éventuellement employés en association avec les assemblages par ligatures ne pourra se faire qu'à partir des indications révélées par les sources archéologiques, voire également par l'archéologie expérimentale.

D. Conclusion sur les outils d'analyse pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique

Les outils d'analyse employés pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique sont donc au nombre de trois. Le premier de ces outils est l'ethnographie navale qui va permettre, en tant que base d'étude comparative indirecte, d'apporter un éclairage nouveau à l'étude des vestiges archéologiques. Le deuxième de ces outils est l'archéologie expérimentale qui va permettre, avec la construction de modèles d'étude grandeur nature portant sur des sections de navires présentant des assemblages par ligatures différents, de tester et de valider certaines hypothèses et d'apporter, par conséquent, des réponses à des questions concernant la réalisation et le fonctionnement des systèmes d'assemblage. Le troisième de ces outils, enfin, est lié à l'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages et doit permettre de mieux appréhender les choix des constructeurs pour réaliser leurs assemblages en même temps que de donner des indications sur les performances de telle ou telle technique d'assemblage par ligatures.

Exposés successivement les uns après les autres dans la troisième partie de cette étude, ces outils d'analyse sont en réalité complémentaires et doivent finalement permettre, au sein d'une synthèse globale, un examen approfondi des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne.

IV. La détermination de grands ensembles de navires et la question de l'origine culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leurs relations entre elles

Au-delà de l'analyse des différents assemblages par ligatures, la caractérisation des divers systèmes et des différentes techniques existants dans la construction navale antique doit permettre également, au sein du corpus des vestiges archéologiques, de déterminer des grands ensembles de navires. Le regroupement de ces navires par ensembles va ainsi amener à se poser la question de leur appartenance à une même **famille architecturale** définie, par F. Beaudouin, par « une morphologie, une structure et des organes techniques [analogues], ainsi que par une [même] filiation historique »[91]. La réponse à cette interrogation passe par l'analyse des systèmes et des types architecturaux des navires considérés. Ces notions, récemment introduites dans les études d'archéologie navale par P. Pomey et É. Rieth, se définissent de la manière suivante.

La notion de **système architectural** est très large. Elle regroupe ainsi des navires présentant une même conception de forme et de structure ainsi qu'un même système de construction. On distinguera ainsi, à ce niveau d'analyse, les navires construits « sur bordé » et les navires construits « sur membrure » ou sur « squelette » pour lesquels le bordé, dans le premier cas, et la membrure, dans le second cas, constitue la structure portante autour de laquelle s'élabore la conception et la construction[92]. On distinguera également les navires construits « sur sole » pour lesquels « le fond plat [du navire] constitue un tout servant de point de référence à la construction »[93].

La notion de **type architectural** est plus restreinte. Elle réunit, parmi les navires présentant un système architectural identique, des unités ayant une même fonction (commerce, pêche, guerre *etc*.…) en raison, en particulier, de leur similitude de forme (fonds pincés, arrondis ou plats…), de structure (charpente longitudinale, charpente transversale, bordé, système d'emplanture…) et de système technique (système de propulsion et de gouverne). Les deux principales variables du type architectural, également appelé modèle architectural, sont les dimensions et la datation[94].

L'origine de ces navires, regroupés en grands ensembles, devra ainsi être abordée de même que l'espace de navigation dans lequel ils s'inscrivent. Pour ce qui est de l'origine des navires, c'est aussi bien **l'origine géographique** que **l'origine culturelle**, qui est sous-entendue. Cette question sera abordée directement, pour chaque navire, dans la deuxième

[91] **Beaudouin 2000**, p. 14.
[92] Pour la construction sur bordé, cf. **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004** et pour la construction sur membrure, cf. **Pomey 1994 b** et **Rieth 1998 b**.
[93] **Arnold 1992 b**, p. 73.
[94] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 27-28 de leur manuscrit.

partie de ce travail à l'occasion de la présentation et de l'étude de chaque épave prise en compte dans ce corpus.

Il faut cependant garder à l'esprit qu'il est difficile de déterminer, pour l'Antiquité, le lieu de construction des navires. En effet, si la cargaison peut nous fournir des indications sur la région de départ du dernier voyage, elle ne nous renseigne en revanche pas sur le lieu de construction même du navire. Le matériel de bord peut nous fournir des indications plus précises, mais sans pour autant aucune certitude dans la mesure où on peut être en présence, par exemple, d'un équipage cosmopolite. Ce sont finalement les analyses dendrochronologiques qui permettent, dans le meilleur des cas, de préciser la zone de construction du navire concerné, mais là encore, sans aucune certitude puisque l'origine des approvisionnements en bois ne se superpose pas nécessairement avec celle du site de construction dans le cas de bois importés[95]. Il est néanmoins certain, comme nous le montre l'ethnographie navale, qu'un bateau d'usage local, lié à un espace de navigation restreint, sera de construction locale[96]. Pour des navires de grand cabotage, ou des navires de type hauturier, il faut en revanche, lorsque la question de l'usage de bois importés se pose, faire intervenir la notion de coût. En effet, dans la mesure où l'importation de bois pour la construction d'un navire implique un surcoût important pour le commanditaire, il faut évaluer le type de bateau auquel on a à faire pour tenter de répondre pertinemment à cette question. Ainsi, pour un navire de type régional dont la construction relève d'un bon "rapport qualité-prix" (cf. hétérogénéité des essences employées, construction pas nécessairement soignée *etc*.…), il n'y a aucune raison de penser que le commanditaire ait fait importer des bois pour sa construction. La zone de construction potentielle de ce type de navire sera ainsi déterminée par le recoupement des aires de répartition des essences employées dans sa coque. En revanche, pour un navire de grande qualité qui présente une grande homogénéité des essences employées dans sa coque alliée à une construction très soignée (double bordé, revêtement de plomb *etc*.…) l'importation de bois peut être envisagée. La zone de construction de ce type de navire est alors difficile à envisager. Dans tous les cas, on le voit, à l'exception des bateaux de type local, on parlera de « zones de construction », correspondant à des espaces géographiques qui peuvent être très larges (la Méditerranée orientale par ex.), et rares sont les exemples où la détermination des essences nous permettra de déterminer un lieu de construction précis. Quoiqu'il en soit, lorsque des études auront été réalisées et exploitées dans ce domaine, je ferai bien évidemment référence à ces données et les intègrerai dans mon analyse. En revanche, lorsque ces études auront été réalisées mais que les données n'auront pas été exploitées, je ne m'engagerai pas à les exploiter moi-même et ce pour deux raisons. La première est liée à des questions de formation et de compétence. Dans la mesure où, n'étant moi-même pas dendrochronologue ou xylologue, je considère ne pas être à même de pouvoir

[95] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 41 de leur manuscrit.
[96] Pour un exemple local caractéristique, on pourra citer ici le « pointu », barquette marseillaise par excellence (cf. **Blasi 1999**).

traiter correctement ces données afin d'en tirer des conclusions pouvant être considérées comme valables. La seconde raison est liée au travail de recherche que mène parallèlement Mme Stéphanie Wicha dans le cadre de sa thèse au sein même du Centre Camille Jullian (CCJ/CNRS-Université Aix-Marseille I) en partenariat avec l'Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie (IMEP/CNRS-Université Aix-Marseille III). Son travail porte en effet sur une dizaine d'épaves prises en compte également dans mon corpus archéologique (cf. les épaves *La Tour Fondue*, *La Roche Fouras*, *Cavalière*, *Jeaume-Garde B*, *Dramont C*, *Plane 1*, *Cap Béar 3*, *Cap del Vol*, *SM2*, *Barthélemy B*, *SM24*, *Baie de l'Amitié* et *Port la Nautique*) et qu'elle étudie notamment d'un point de vue dendrochronologique et xylologique afin d'en déterminer l'aire ou les aires de construction probables[97]. Sa thèse n'ayant pas encore été soutenue, ses résultats n'ont pour le moment fait l'objet que de très peu de publications[98]. Ainsi, la détermination des origines des navires considérés dépendra-t-elle des études qui auront pu être faites par des spécialistes compétents dans le domaine et de la publication de leurs résultats.

Je m'investirai en revanche dans la détermination et la caractérisation des espaces de navigation dans lesquels pouvait s'inscrire chacun de ces navires. Appelé aussi **« espace nautique »** ou **« milieu de navigation »** par P. Pomey et É. Rieth[99], la notion d'**« espace de navigation »** renvoie aux contraintes environnementales (les vents, les courants *etc*….)[100] du milieu physique considéré (zone maritime, côtière, fluvio-maritime, endolagunaire, fluviale *etc*.) ainsi qu'à l'influence du milieu culturel (niveau de technologie atteint par les constructeurs, poids des traditions *etc*….) et du contexte socio-économique dans lequel s'exerce l'activité nautique considérée. En fonction de tous ces critères, chaque bateau est ainsi adapté à un espace de navigation spécifique.

La détermination de l'origine et du contexte des ensembles de navires considérés va également permettre de **déterminer des origines culturelles pour les différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures** qui auront été précédemment caractérisées. À partir de là, il sera intéressant de voir les **relations, voire les filiations éventuelles, qui peuvent être établies entre les différentes traditions d'assemblage**.

Ainsi, au terme de cette étude, la détermination de grands ensembles de navires devrait-elle permettre de voir, au travers de l'étude des systèmes et des types architecturaux, si les navires d'un même ensemble correspondent à une même famille architecturale. Leur origine, lorsque celle-ci aura été clairement définie, sera également examinée de même que l'espace

[97] Le titre exact de sa thèse est : *« Caractérisation d'un groupe d'épaves antiques de Méditerranée présentant un assemblage des membrures par ligatures végétales : approche architecturale et paléobotanique »*.
[98] Cf. **Wicha 2002 a** ; **2003** ; **2004** et **Wicha *et al.* 2003**.
[99] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 30-31 de leur manuscrit
[100] F. Beaudouin appelle ces phénomènes naturels les « conditions motrices des milieux nautiques » et il établit, à partir de ces conditions, une typologie des espaces nautiques. Dans cette typologie, il caractérise cinq conditions dynamiques différentes (cf. **Beaudouin 1975**, p. 4-11).

nautique de ces navires sera considéré. Cette approche devrait ainsi permettre de déterminer des origines culturelles pour les différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et d'essayer ensuite de voir les relations qu'elles pouvaient entretenir les unes avec les autres. Cette réflexion clora ainsi ce travail de recherche et fera l'objet de la quatrième partie du manuscrit. Bien que les sources archéologiques constituent également la documentation la plus éloquente pour l'élaboration de cette partie, celle-ci prendra également en compte les sources écrites et iconographiques présentées et étudiées dans la deuxième partie de cette étude.

V. Résumé de la méthodologie adoptée pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne

Dans le cadre de l'étude *« des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne »*, les limites géographiques ont donc été fixées à l'ensemble du bassin méditerranéen étendu, dans un souci de comparaison, à l'Égypte et les limites chronologiques considérées couvrent une large période s'étalant du III^{ème} millénaire av. notre ère jusqu'au haut Moyen Âge.

Pour la caractérisation des divers systèmes et des différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique méditerranéenne ainsi que dans la construction navale de l'Égypte ancienne, on dispose de trois types de sources. Les deux premiers types, les sources écrites et les sources iconographiques, apportent peu d'informations techniques sur les assemblages par ligatures et sont plus des témoignages de l'existence des bateaux "cousus" en Égypte ou dans une région de Méditerranée à une période précise. Ils sont néanmoins complémentaires du troisième type de source que sont les sources archéologiques qui nous fournissent la documentation la plus abondante et la plus précise pour la caractérisation et l'étude des assemblages par ligatures.

Pour une analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures, le recours à des outils d'analyse complémentaires est néanmoins nécessaire. Ces outils, que sont l'ethnographie navale, l'archéologie expérimentale et l'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages, doivent ainsi permettre d'aboutir à un examen approfondi et cohérent des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne.

Au terme de cette étude, la caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage employés et mises en œuvre dans la construction navale antique devrait également permettre de déterminer des grands ensembles de navires. La question d'une appartenance de ces navires, regroupés au sein d'un même ensemble, à une même famille architecturale pourra alors être posée, de même que la question de leur origine et de leur espace de navigation. L'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures sera également abordée avec l'aspiration de répondre à certaines des questions posées sur les relations, voire les filiations éventuelles qu'elles pouvaient entretenir entre elles.

Dans un souci didactique, un glossaire des termes techniques employés pour tout ce qui a trait au vocabulaire d'architecture navale est présenté à la fin du second volume.

Concernant les références chronologiques employées ici, celles données pour l'Égypte ancienne correspondent aux références données par la revue *Dossiers d'Archéologie* parue en novembre 2004[101] tandis que celles données pour la Méditerranée antique sont tirées du *Dictionnaire de l'Antiquité* publié en 1993 sous la direction de M. C. Howatson[102].

[101] Cf. **Dossiers d'Archéologie** n°298, nov. **2004**, p. 84-85.
[102] Cf. **Howatson M. C. (dir.) 1993**, *Dictionnaire de l'Antiquité. Mythologie, littérature, civilisation*, Éditions Robert Laffont, Paris.

2ème PARTIE

PRÉSENTATION ET ÉTUDE DES SOURCES

I. Les sources écrites pour l'Égypte ancienne

Hérodote ~ 485-424

Le seul texte dont on dispose, concernant un éventuel assemblage par ligatures dans la construction navale de l'Égypte ancienne, est un passage d'Hérodote qui rapporte, au V^e^ s. av. J.-C., qu'« à partir de cet acacia, ils [les Égyptiens] coupent des planches de trois pieds de long[103], qu'ils assemblent comme des briques, et en construisent une coque en s'y prenant de la manière suivante : ils assemblent ces longueurs de trois pieds ensemble par des longues chevilles disposées de manière assez rapprochée les unes des autres ; puis, lorsqu'ils ont construit une coque de cette manière [à partir des bordages], ils étendent des baux transversaux par-dessus. Ils n'utilisent pas de couples et ils *ἐπάκτωσαν* les joints à partir de l'intérieur, utilisant des fibres de papyrus »[104] (II, 96, 1-2).

« Ἐκ ταύτης
ὧν τῆς ἀκάνθης κοψάμενοι ξύλα ὅσον τε διπήχεα πλινθηδὸν
συντιθεῖσι, ναυπηγεόμενοι τρόπον τοιόνδε· περὶ γόμφους
πυκνοὺς καὶ μακροὺς περιείρουσι τὰ διπήχεα ξύλα· ἐπεὰν
δὲ τῷ τρόπῳ τούτῳ ναυπηγήσωνται, ζυγὰ ἐπιπολῆς τείνουσι
αὐτῶν· νομεῦσι δὲ οὐδὲν χρέωνται· ἔσωθεν δὲ τὰς ἁρμονίας
ἐν ὧν ἐπάκτωσαν τῇ βύβλῳ. »

La traduction et la signification de ce texte ont longtemps été très discutées, notamment concernant cette dernière phrase :

« νομεῦσι δὲ οὐδὲν χρέωνται· ἔσωθεν δὲ τὰς ἁρμονίας
ἐν ὧν ἐπάκτωσαν τῇ βύβλῳ. ».

[103] Trois pieds correspondent à deux coudées égyptiennes, soit à 1,05 m.

[104] La traduction de ce passage d'Hérodote par la plupart des auteurs francophones me paraissant insatisfaisante, sur le plan technique (y compris celle de **Boreux 1925**, p. 236-237), j'ai eu recours à la traduction publiée par **Casson 1973**, p. 14 : *« From this acacia tree they cut planks 3 feet long, which they put together like courses of brick, building up the hull as follows: they join these 3-foot lengths together with long, close-set dowels; when they have built up a hull in this fashion [out of the planks], they stretch crossbeams over them. They use no ribs, and they caulk seams from the inside, using papyrus fibers »*. Néanmoins, en raison des débats concernant la traduction du terme *ἐπάκτωσαν*, et que Casson traduit par le verbe *« caulk »*, j'ai choisi de laisser le terme original dans la version française présentée ici.

Traditionnellement, le terme *ἐπάκτωσαν* employé par Hérodote est en effet traduit par le verbe "calfater"[105] signifiant ainsi, pour les navires égyptiens décrits par Hérodote, que l'étanchéité de la coque aurait été assurée, selon la définition habituelle que l'on accorde à l'action de "calfater", par des fibres de papyrus « chassées ou enfoncées avec force » entre les bordages dans le but de remplir les joints « afin de leur faire occuper tous les vides et fermer tout accès à l'eau »[106]. Le calfatage est donc une technique particulière surtout employée, dans l'Antiquité, dans la construction navale romano-celtique du début de notre ère pour laquelle les bordages ne sont pas assemblés entre eux[107]. Il apparaît au contraire incompatible avec la construction navale antique de type méditerranéen et égyptien pour lesquelles les bordages sont assemblés régulièrement entre eux[108], ce que confirme le texte d'Hérodote qui parle d'un assemblage des bordages au moyen de chevilles (*γόμφοι*). L. Basch rejette donc très justement cette interprétation et propose au contraire de voir dans l'usage de papyrus le recours à des « bourrelets de papyrus » mis en place « au-dessus des coutures » dans le but d'« absorber l'eau pénétrant par cette voie »[109]. L'usage de tels bourrelets, que l'on retrouve dans l'ensemble des bateaux et navires cousus de Méditerranée antique (cf. *infra* chap. 3 sur les sources archéologiques), implique ainsi un assemblage des bordages entre eux pas seulement au moyen de chevilles, comme le précise Hérodote, mais également au moyen de ligatures.

F. Foerster Laures, reprenant et validant l'hypothèse de L. Basch, a en effet montré que l'usage de tiges de papyrus disposées sur les joints de virures avait pour fonction, de même que les lattes de bois semi-circulaires utilisées sur le navire de Chéops (Basse Égypte, vers 2650 av. J.-C., cf. *infra*, p. 112), de faciliter la tension des ligatures utilisées pour assembler les planches de bordés entre elles ainsi que de les protéger, de même que les bords des canaux de passage, d'une usure prématurée[110].

C. Haldane rejette cependant cette hypothèse et, reprenant une note de J. S. Morrison à propos du verbe "calfater" employé dans l'ouvrage *Ships and Seamanship in the Ancient World* de L. Casson[111], propose, à l'instar de ce dernier, de voir plutôt dans l'emploi du terme *ἐπάκτωσαν* l'action de renforcer les assemblages d'un navire avec des cordes de papyrus[112]. Cette hypothèse, rejetée notamment par A. B. Lloyd[113], a en effet été soutenue et défendue par C. W. Haldane et C. W. Shelmerdine qui ont eu recours, pour leur argumentation, à une analyse lexicographique minutieuse du terme *ἐπάκτωσαν* et de son emploi dans d'autres

[105] Notamment par Ch. Boreux, L. Casson et A. B. Lloyd (cf. **Boreux 1925**, p. 239 ; **Casson 1973**, note 15, p. 14 ; **Lloyd 1979**, p. 48).
[106] **Arnold 1992 b**, p. 86-87.
[107] **Arnold 1998** ; **McGrail 2004**, p. 40.
[108] **Basch 1986**, p. 187-189 ; **Pomey 1988**; **1998 a** ; **2004**.
[109] **Basch 1986**, p. 191.
[110] **Foerster Laures 1989**.
[111] **Morrison 1972**, p. 233.
[112] **Haldane 1990**.
[113] **Lloyd 1979**.

textes grecs anciens ainsi qu'à la lumière des dernières découvertes archéologiques[114]. Elles ont ainsi établi qu'Hérodote ferait en réalité référence à un assemblage des bordés au moyen de ligatures en fibres de papyrus et ont proposé, en conclusion de leur argumentation, de traduire le passage dont il est question de la façon suivante : *« they bind in the seams from within with papyrus »* que l'on peut traduire en français par « ils lient les joints [des bordages] à partir de l'intérieur avec du papyrus ». Comme l'a souligné M. D. Pralon, le terme *ἐπάκτωσαν* est en effet employé, pratiquement à la même époque qu'Hérodote, par Aristophane pour évoquer, dans *Lysistrata* (265), les Propylées qui sont bloquées avec de grosses poutres et des verrous. Dans ce passage, *ἐπάκτωσαν*, traduit par le verbe « bloquer », recouvre donc la même acception que dans le texte d'Hérodote. Selon l'interprétation proposée par C. W. Haldane et C. W. Shelmerdine, le texte d'Hérodote décrit donc la construction d'un navire dont les bordages sont maintenus ensemble par des chevilles de pré-assemblage et qui sont liés entre eux, de manière effective, par des ligatures de papyrus. Nous verrons en effet, avec la présentation et l'étude des navires et des bateaux de l'Égypte ancienne mis au jour, que l'archéologie confirme bien cette interprétation du texte d'Hérodote (cf. notamment les bateaux de Dahchour, p. 128).

[114] **Haladane, Shelmerdine 1990**.

II. Les sources écrites pour le monde grec ancien

Homère (VIII[e] s.) et l'*Iliade*

Le plus ancien témoignage écrit de bateaux cousus dont on dispose pour le bassin méditerranéen nous est donné par Homère au VIII[e] s. av. J.-C. décrivant, dans l'*Iliade*, le mauvais état de la flotte achéenne dont « les planches des navires sont pourries et les spartes [des cordages] se délitent »[115] (II, 135) après neuf années passées au sec sur les plages de Troie.

« καὶ δὴ δοῦρα σέσηπε νεῶν καὶ σπάρτα λέλυνται· »

Bien que le terme *σπάρτα* se traduise par le mot « corde en sparte » en français, le renvoi à des assemblages par ligatures n'est pas évident. L'interprétation dans ce sens repose en réalité sur les commentaires qu'en ont faits Varron, cité par Aulu Gelle (XVII, 3), et Pline (*N. H.*, XXIV, 65) au I[er] s. av. et au I[er] s. apr. J.-C. (cf. *infra*). À leur lecture, les *σπάρτα* renvoient en effet très clairement aux ligatures, faites de fibres de sparte, qui assemblaient les « planches » de bordé entre elles. Cette interprétation, rejetée par J. S. Morrison et R. T. Williams[116], a été soutenue par L. Casson, P. Pomey et M. Bonino[117] et est maintenant admise par tous les spécialistes.

Ainsi compris, ce passage d'Homère, malgré l'absence de détails techniques sur le type d'assemblage par ligatures mis en œuvre dans les navires de guerre de la flotte achéenne, nous fournit de précieux renseignements. Il témoigne d'une part de l'existence de navires cousus dont l'usage semble courant en mer Égée au VIII[e] s. av. J.-C.[118] puisque le fragment de phrase qui y fait référence s'inscrit naturellement dans son texte, sous-entendant que tout le monde à cette époque comprenait ce à quoi il faisait référence[119] ; d'autre part, il atteste également du point faible des bateaux cousus qui est la détérioration des ligatures, qui pourrissent en milieu humide ou se détendent et se désagrègent avec le temps, et doivent, par conséquent, être refaites régulièrement.

---

[115] Traduction originale de M. D. Pralon (Univ. de Provence) qu'il m'a proposée au cours de notre entretien (cf. *supra*, 1[ère] partie consacrée à la méthodologie, p. 40-41).
[116] **Morrison, Williams 1968**, p. 50.
[117] **Casson 1973**, note 27, p. 10 ; **Pomey 1981**, p. 237 ; **1985**, p. 37, 39 ; **Bonino 1985**, p. 89.
[118] Bien qu'Homère prétende rapporter une guerre qui a eu lieu avec les Grecs de l'Âge du Bronze 400 ou 500 ans plus tôt, soit à l'époque mycénienne, il est néanmoins fort probable que les navires qu'il décrit sont certainement ceux qu'il connaissait et sur lesquels il a peut-être navigué. Cf. à ce propos **Morrison, Williams 1968**, p. 43-46 et **Casson 1973**, p. 43-48.
[119] Contrairement à J. S. Morrison et R. T. Williams qui pensent que le fait d'évoquer des bateaux cousus au VIII[e] s. av. J.-C. relevait d'une survivance du langage puisque, selon eux, les navires étaient alors assemblés par la méthode « la plus sophistiquée », c'est-à-dire celle par tenons et mortaises (cf. **Morrison,Williams 1968**, p. 50).

Homère (VIII^{e} s.) et l'*Odyssée*

Dans la seconde partie du récit d'Homère, l'*Odyssée*, celui-ci décrit la construction d'une embarcation par Ulysse pour quitter l'île d'Ogygie sur laquelle le retenait prisonnier la nymphe Calypso (V, 244-257). Celle-ci l'aide à entreprendre la construction de cette embarcation (*σχεδία*) en lui fournissant des bois secs et en lui donnant des outils : une hache, une herminette et une tarière. Ainsi, « (243) lui [Ulysse] coupa les fûts de bois et il accomplit rapidement sa tâche (244) ; il en jeta de côté vingt en tout et il les tailla avec la hache de bronze (245) ; il les polit savamment et les rectifia à la règle [pour en faire des planches de bordé] (246) ; alors Calypso, divine entre les déesses, lui apporta les tarières (247) et il les perça toutes [les planches de bordé] et les adapta les unes aux autres, (248) et il les ajusta/martela (*ἄρηρεν·/ἄρασσεν*)[120] au moyen d'*ἁρμονίαι* (*harmoniai*) et de *γόμφοι* (*gomphoi*) (249) autant qu'un homme donne une forme arrondie aux fonds d'un vaste bateau de transport (250), un homme qui connaît bien l'art ou les techniques de charpenterie (251), autant fit Ulysse sur la vaste *σχεδίην*, (252) ici il fabriqua des *ἴκρια* [gaillards – ponts d'extrémités] qu'il dressa et assujettis avec des montants [membrures] nombreux (253) ; alors il termina au moyen de longues pièces [préceintes, lisses] (254) et il fabriqua un mât et une vergue qui lui était adaptée, (255) et un autre, il fit un gouvernail pour aller droit (256-257) et il disposa des protections contre les vagues au moyen de claies en osier [fargues] et il versa dessus beaucoup de matière [branchages de fardage]. »[121].

« αὐτὰρ ὁ τάμνετο δοῦρα. θοῶς δέ οἱ ἤνυτο ἔργον·
εἴκοσι δ' ἔκβαλε πάντα, πελέκκησεν δ' ἄρα χαλκῷ,
ξέσσε δ' ἐπισταμένως καὶ ἐπὶ στάθμην ἴθυνε. 245
τόφρα δ' ἔνεικε τέρετρα Καλυψώ, δῖα θεάων.
τέτρηνεν δ' ἄρα πάντα καὶ [ἥρμοσεν ἀλλήλοισι,
γόμφοισιν δ'ἄρα τήν γε καὶ] ἁρμονιῇσιν ἄρηρεν·/ἄρασσεν
ὅσσόν τίς τ' ἔδαφος νηὸς τορνώσεται ἀνὴρ

[120] Il existe en effet deux versions de ce passage d'Homère qui a posé des problèmes dès l'Antiquité. Aristophane de Byzance, au III^{e} s. av. J.-C., proposait de supprimer la fin du vers 247 et le début du vers 248, de sorte qu'il ne restait plus que « il a tout bien percé et ajusté (*ἄρηρεν·*) au moyen de *γόμφοι* (*gomphoi*) ». Mais le texte le plus communément admis propose deux vers : « il a tout bien percé et il les a adapté les uns aux autres, et avec des *ἁρμονίαι* (*harmoniai*) et des *γόμφοι* (*gomphoi*) il le frappait/martelait (*ἄρασσεν*) ». C'est notamment sur cette version qu'a travaillé L. Casson pour effectuer son commentaire (cf. **Casson 1964** ; **1973**, p. 217). Note proposée par M. D. Pralon (Univ. de Provence).

[121] Traduction originale de M. D. Pralon (Univ. de Provence) qu'il m'a proposée au cours de notre entretien. J'ai néanmoins choisi de laisser dans le texte les mots grecs *σχεδία* (*schedia*), *ἁρμονίαι* (*harmoniai*), *γόμφοι* (*gomphoi*) et *ἴκρια* (*ikria*) correspondant aux termes qui posent problème dans l'interprétation de ce passage d'Homère. Je me suis également permis de rajouter, entre crochets, des termes techniques traduits de manière littérale par M. Pralon, mais qui ont été interprétés de manière plus précise par d'autres auteurs, notamment L. Casson (cf. **Casson 1964**, p. 61).

φορτίδος εὐρείης, εὖ εἰδὼς τεκτοσυνάων, 250
τόσσον ἐπ' εὐρεῖαν σχεδίην ποιήσατ' Ὀδυσσεύς,
ἴκρια δὲ στήσας, ἀραρὼν θαμέσι σταμίνεσσι
ποίει, ἀτὰρ μακρῇσιν ἐπηγκενίδεσσι τελεύτα,
ἐν δ' ἱστὸν ποίει καὶ ἐπίκριον ἄρμενον αὐτῷ,
πρὸς δ' ἄρα πηδάλιον ποιήσατο, ὄφρ' ἰθύνοι, 255
φράξε δέ μιν ῥίπεσσι διαμπερὲς οἰσυΐνῃσι
κύματος εἶλαρ ἔμεν πολλὴν δ' ἐπεχεύατο ὕλην· »

Passage délicat à traduire, ayant le plus souvent embarrassé les spécialistes chargés de le commenter, L. Casson, dans un article écrit en 1964, a bien montré que l'embarcation (*σχεδία*/*schedia*) que construisait Ulysse, dotée de membrures et de ponts d'extrémités (*ἴκρια*/*ikria*), était bien un bateau[122] et non un radeau comme avaient pu le penser jusqu'alors de nombreux auteurs[123]. Dans son commentaire de ce passage d'Homère, il met également en évidence le fait qu'il s'agit d'une construction « sur bordé premier » dans laquelle le bordé est monté en premier, avant que ne soit insérée la membrure. Enfin, il interprète le montage des planches de bordé entre elles au moyen d'*ἁρμονίαι* (*harmoniai*) et de *γόμφοι* (*gomphoi*) par le recours à l'assemblage classique, par tenons et mortaises chevillés[124]. Selon lui, le « perçage » des planches correspondrait ainsi aux trous préparatoires pratiqués avec la tarière dans les cans des planches pour les mortaises, avant qu'Ulysse ne les creuse effectivement au ciseau à bois, ainsi qu'aux trous pratiqués perpendiculairement dans l'épaisseur des planches, au niveau des tenons mis en place dans les mortaises, et destinés à l'insertion des petites chevilles de blocage (247). Il explique ensuite l'ajustement/le martèlement de l'embarcation, avec des *ἁρμονίαι* (*harmoniai*) et des *γόμφοι* (*gomphoi*) (248), par le montage des planches les unes contre les autres grâce à l'emboîtement des tenons dans les mortaises et par l'insertion des petites chevilles de blocage dans les trous percés à cet effet. En définitive, il traduit donc le terme *γόμφοι* (*gomphoi*) par celui de « chevilles » et interprète le terme *ἁρμονίαι* (*harmoniai*) par « assemblages par tenons et mortaises ». Si le terme *γόμφοι* (*gomphoi*) se traduit en effet littéralement par « chevilles », en revanche le terme *ἁρμονίαι* (*harmoniai*) se traduit littéralement par « assemblages »[125]. Tout le problème est donc de savoir à quel type d'assemblage faisait référence Homère. L'interprétation de ces vers par L. Casson a d'abord largement été acceptée par tous les spécialistes jusqu'à ce que les premières épaves de bateaux "cousus" antiques ne soient découvertes en Méditerranée et ne viennent remettre en cause son analyse de l'assemblage du bordé par tenons et mortaises. S. Mark, en s'appuyant notamment sur le passage précité de l'*Iliade* et sur des évocations de bateaux

[122] Même s'il s'agit plus d'un « rafiot », c'est-à-dire une embarcation improvisée aux formes rudimentaires, comme a pu le traduire A. Tchernia, que d'un véritable bateau (cf. **Tchernia 2001**).
[123] **Casson 1964**, p. 61 ; **1973**, p. 217.
[124] **Casson 1964** ; **1973**, p. 217-219.
[125] Cf. définitions données par le dictionnaire ***Bailly***.

cousus, à la fois dans la littérature grecque et dans la littérature latine, ainsi que sur la découverte de l'épave grecque archaïque *Bon Porté 1* (France, VI^e^ s. av. J.-C., cf. *infra*, p. 155), réinterprète en effet le bateau d'Ulysse comme étant un bateau cousu[126]. Il reprend ainsi le passage d'Homère et montre que si celui-ci avait voulu faire référence à un bateau construit par des tenons et mortaises chevillés pour le montage du bordé, il aurait rajouté un ciseau à bois dans la liste des outils (hache, herminette et tarière) accordés à Ulysse et aurait par ailleurs justement évoqué le creusement des mortaises avec le ciseau[127]. Aussi la liste des outils précités ainsi que les phases de construction décrites par Homère correspondent mieux, selon lui, à la mise en œuvre d'un assemblage par ligatures. Le « perçage » des planches correspondrait ainsi aux trous pratiqués dans les cans des bordages pour la mise en place de chevilles ou de tenons de pré-assemblage, attestés par l'archéologie (cf. *infra*), ainsi qu'aux canaux, pratiqués avec une tarière d'un diamètre moindre, destinés au passage des ligatures et à l'insertion de petites chevilles pour leur blocage. Les membrures du bateau, pour lesquelles Homère ne donne par ailleurs aucune indication concernant leurs assemblages, seraient également vraisemblablement, à l'instar du navire *Bon Porté 1*, cousues au bordé avec, encore une fois, les ligatures tenues en place dans leurs canaux de passage, pratiqués dans l'épaisseur du bordé, par des petites chevilles de blocage. S. Mark reprend ainsi l'interprétation du terme ἁρμονίαι (*harmoniai*) que Casson traduisait par « assemblages par tenons et mortaises ». Il démontre en effet, en s'appuyant sur des textes d'Hippocrate et d'Héraclite que ce terme renvoie plutôt aux cordages, et doit donc être compris comme « assemblages par ligatures »[128]. Dans ce cas, le terme γόμφοι (*gomphoi*) correspondrait à la fois aux chevilles, ou tenons de pré-assemblage, qui reliaient les bordages entre eux, et à la fois aux petites chevilles qui bloquaient les ligatures en place dans leurs canaux de passage. Pour argumenter son interprétation, Mark ajoute également qu'Homère parle une première fois très clairement du bateau d'Ulysse comme étant un bateau cousu lorsque Zeus prédit qu'Ulysse gagnera la Phéacie sur « un bateau assemblé avec de nombreux liens »[129] (V, 33).

« ἐπὶ σχεδίης πολυδέσμου »

Pour cette traduction, S. Mark s'appuie sur le fait que chez Homère, δεσμός indique presque toujours un « lien souple », ce que confirme M. Pralon.

[126] **Mark 1991**.
[127] **Mark 1991**, p. 442.
[128] **Mark 1991**, p. 443.
[129] Traduction de S. Mark (cf. **Mark 1991**, p. 444).

De plus, Mark relève qu'Homère suggèrerait aussi, dans la suite de son récit, que le bateau d'Ulysse était cousu : « il dit qu'il a vu Ulysse parmi les Crétois à la maison d'Idomeneus, *ἀκειόμενον* son navire que les tempêtes avaient fracassées »[130] (*Od*. XIV, 383).

« φῆ δέ μιν ἐν Κρήτεσσι παρ' Ἰδομενῆι ἰδέσθαι
νῆας ἀκειόμενον, τάς οἱ ξυνέαξαν ἄελλαι »

Selon S. Mark, le terme *ἀκειόμενον* doit en effet être traduit ici par le verbe raccommoder employé à la forme du participe présent, soit « raccommodant ». D'après lui, ce verbe est en effet fréquemment utilisé en référence aux tailleurs et aux cordonniers, de même que pour une araignée raccommodant sa toile, par conséquent, pour évoquer des liens, des ligatures, des fils *etc*.… Mark s'appuie en réalité sur Lucien qui utilise en effet ce verbe pour parler du ravaudage des vêtements (*Les Fugitifs*, 33) et de la réparation des chaussures (*Nékyomancie*, 17). Seulement, Lucien, qui écrit au II^e^ s. apr. J.-C., soit neuf siècles après Homère, est un homme de lettres, amateur d'Homère. Aussi, d'après M. Pralon, qui traduit littéralement le verbe *ἀκειόμενον* par « soignant », on ne peut interpréter ces références métaphoriques de Lucien, pour parler du ravaudage des vêtements et de la réparation des chaussures, que « comme un hommage fugace au vieil Homère ». Aussi, pour revenir au vers d'Homère, si celui-ci emploie le verbe *ἀκειόμενον*, qui signifie littéralement « soigner une blessure », D. Pralon pense que c'est dans une optique stylistique de type métaphorique pour notifier qu'Ulysse répare, ou remet en état, son navire comme on soigne une blessure. Il propose par conséquent cette traduction : « il dit qu'il a vu Ulysse parmi les Crétois à la maison d'Idomeneus, remettant en état son navire que les tempêtes avaient fracassées ». Aussi, est-il impossible, dans ce vers, de voir ou de reconnaître une allusion à un bateau cousu.

Le dernier argument avancé par S. Mark repose sur les *Niptra* de Pacuvius qui reprend un épisode renouvelé de l'*Odyssée* dans lequel il décrit un bateau cousu, construit par Ulysse pour quitter l'île de Calypso, et non un bateau assemblé par tenons et mortaises (508, 33). Il ne fait en effet aucun doute que Pacuvius parle clairement d'un bateau cousu lorsqu'il fait référence au bateau d'Ulysse (cf. *infra*). Mais s'agit-il pour autant du "même bateau" que celui auquel faisait référence Homère ou, plus clairement, Pacuvius reprend-il fidèlement les indications données par Homère ou s'inspire-t-il au contraire d'une réalité que lui-même connaît ? Probablement les deux. Si Pacuvius est sans doute familier des bateaux cousus (cf. *infra*), on peut également admettre qu'il connaissait Homère et qu'il a précisément formulé, dans les *Niptra*, le type d'assemblage auquel faisait référence le poète grec.

Les points faibles de cette démonstration, mis en avant par S. Mark lui-même, concernent l'absence d'évocation directe par Homère de l'action même de ligaturer les planches entre elles ainsi que de l'action d'étanchéité de la coque - par l'épandage d'une

[130] Traduction de S. Mark (cf. **Mark 1991**, p. 444). Le terme clé de ce vers étant le verbe *ἀκειόμενον*, j'ai également choisi de le laisser tel quel dans la traduction proposée par Mark.

couche de poix par exemple - nécessaire dans la construction de tout bateau cousu. L'auteur répond à ces lacunes en avançant qu'Homère ne décrit, de toute façon, aucune action directe d'assemblage et que ces carences peuvent globalement être expliquées par le caractère narratif de ce poème épique destiné à divertir et non à discourir sur la construction technique d'un bateau.

L. Casson répliqua à cette ré-interprétation du passage d'Homère, concernant la construction du bateau d'Ulysse, par la publication d'un article virulent reprenant point par point la démonstration de S. Mark[131]. Il reprend notamment les deux points faibles de son argumentation pour démonter son raisonnement. Il repose par ailleurs à son tour l'argument du « "martèlement" (« *hammered* ») de l'embarcation avec des ἁρμονίαι (*harmoniai*) et des γόμφοι (*gomphoi*) » (248) qui ne peut correspondre, selon lui, à la mise en œuvre d'un assemblage par ligatures. Et de conclure son article en écrivant : *« To interpret a passage that mentions neither laces nor lacing as describing the construction of a sewn boat is hardly a 'better interpretation' ».*

S. Mark répondra à ces critiques par la publication d'un nouvel article en développant les arguments qu'il avait déjà présentés dans sa première publication[132]. Il y ajoute également que le « "martèlement" de l'embarcation avec des ἁρμονίαι (*harmoniai*) et des γόμφοι (*gomphoi*) » est, au contraire de ce que réfute L. Casson, tout à fait compatible avec un assemblage par ligatures, le marteau étant utilisé pour enfoncer les petites chevilles dans les canaux de passage des ligatures afin de les tenir en place. On peut aussi rajouter que dans la réalisation d'un assemblage par ligatures, le marteau est également utilisé dans l'insertion des chevilles ou des tenons de pré-assemblage dans les cans des bordages, lorsque ces éléments sont présents (cf. *infra* les sources archéologiques), ainsi que pour marteler la ligature lors de son passage dans les canaux afin d'en augmenter la tension (cf. *infra* les sources ethnographiques).

L'opposition entre L. Casson et S. Mark, concernant ce passage de l'*Odyssée*, montre bien les difficultés de son interprétation, liées précisément au système d'assemblage mis en œuvre pour monter les bordés. Pour ma part, au regard des nombreuses épaves de bateaux "cousus" mises au jour à présent dans l'ensemble du bassin méditerranéen et de leur étude (cf. *infra* les sources archéologiques, p. 97-392) ainsi que de la réalisation propre de certains de ces systèmes d'assemblage par ligatures (cf. *infra* programme d'archéologie expérimentale, p. 499-567), je me rallie entièrement aux arguments de S. Mark et incline également à penser que la description de la construction du bateau d'Ulysse donnée par Homère correspond bien à celle d'un bateau cousu et non à celle d'un bateau construit par tenons et mortaises

[131] **Casson 1992**.
[132] **Mark 1996**.

chevillés. Contrairement à ce que pensent J. S. Morrison et R. T. Williams (cf. note 119), ainsi que L. Casson, il me paraît par ailleurs en effet clair qu'Homère décrit, à la fois dans l'*Iliade* et à la fois dans l'*Odyssée*, une réalité maritime qu'il connaît bien à son époque, celle des bateaux cousus. Ce passage, en tant que source écrite de l'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne, sera ainsi intégré dans mon analyse globale de ce système d'assemblage, dans la quatrième partie de cette étude.

Eschyle (525/24-456)

Le dernier témoignage écrit de bateaux cousus, pour le monde grec ancien, nous est donné dans la première moitié du V^e^ s. av. J.-C. par le poète tragique Eschyle qui décrit, dans *Les Suppliantes* (134-135), des vierges naviguant d'Égypte aux côtes d'Argos dans une « […] nef aux ais ceints de cordages […] »[133].

« Πλάτα μὲν οὖν λινορραφὴς
τε δόμος ἅλα στέγων δορὸς »

J. S. Morrison et R. T. Williams, en traduisant le terme *λινορραφὴς* (*linorraphès*) par « cousu avec du lin », sont les premiers à avoir compris qu'il pouvait s'agir d'un bateau cousu, et ils interprètent de cette façon ce vers dans ce sens[134].

L. Basch a repris plus tard cette interprétation en expliquant simplement que la première partie du mot *λινορραφὴς* (*linorraphès*), *λινο-* (*lino*) signifie « lin » (*τὸ λἰνον*), le végétal, tandis que la seconde partie de ce mot dérive clairement du verbe *rhapto* (*ῥάπτω*), qui signifie « coudre ». Il est donc ici question d'un bateau ligaturé et L. Basch traduit par conséquent ce vers de la façon suivante : « un navire cousu avec des cordes de lin »[135].

L'ensemble des spécialistes, à la suite de J. S. Morrison et R. T. Williams ainsi que de L. Basch, interprète également ce vers dans ce sens[136]. Ce passage prouve donc qu'en s'adressant, non à un public d'initiés, mais au public populaire d'Athènes et du Pirée, Eschyle faisait allusion à un type de navire encore en usage au V^e^ s. av. J.-C.

Toujours dans *Les Suppliantes*, un bateau est également décrit par Eschyle, selon la traduction qu'en donne J. S. Morrison et R. T. Williams, comme « attaché avec des cordes de navire » (440-441) et un autre, « lié ensemble avec des chevilles » (846)[137].

[133] Traduction de P. Mazon dans **Mazon 1953**, *Eschyle*, Tome 1, CUF, Paris.
[134] **Morrison, Williams 1968**, p. 199.
[135] **Basch 1978**, p. 72.
[136] Cf. notamment **Casson 1973**, p. 10 et **Pomey 1981**, p. 237.
[137] J.S. Morrison et R.T. Williams traduisent littéralement ces deux passages par *"pegged with ship's cords"* et par *"bound together with pegs"* (cf. **Morrison, Williams 1968**, p. 199).

« […] καὶ γεγόμφωται σκάφος
στρέβλαισι ναυτικαῖσιν ὡς προσηγμένον· » (440-441)

« γομφοδέτῳ τε δόρει διώλου. » (846)

Contrairement à la lecture qu'en font J. S. Morrison et R. T. Williams, les vers 440-441 ne feraient pas référence à un bateau assemblé au moyen de ligatures, mais renverraient, selon l'interprétation qui en est faite par P. Pomey, au fait que le bateau soit immobilisé par des câbles - ou des cordes - puisqu'il est échoué[138]. La traduction de ce passage par P. Mazon confirme incontestablement l'interprétation de Pomey : « […] et, sur cet écueil, la voilà clouée [la barque] tout comme si on l'y eût hissée à grand renfort de cabestans marins. »[139].

Le vers 846 pose en revanche davantage de questions. Les chevilles auxquelles fait référence Eschyle renvoient-elles en effet, comme pour le bateau d'Ulysse, à des chevilles de pré-assemblage, la liaison effective des bordages étant réalisée par des ligatures, ou renvoient-elles au contraire à un assemblage par tenons et mortaises chevillés ? J. S. Morrison et R. T. Williams proposent une autre explication pour ces chevilles en les interprétant, non pas comme des éléments d'assemblage ou de pré-assemblage, mais comme des éléments ayant pour fonction d'obturer les canaux dans lesquels les ligatures d'assemblage étaient passées, analysant ainsi ce vers comme renvoyant encore une fois à un bateau cousu[140]. P. Pomey commente en revanche ce passage comme faisant simplement référence à un navire chevillé, « sans qu'il soit possible de plus préciser le rôle de ces chevilles », et rejette l'interprétation de Morrison et Williams[141]. Il paraît en effet probable, dans la mesure où Eschyle sait clairement exprimer la réalité d'un bateau cousu (cf. vers 134-135), que celui-ci, en parlant simplement d'un « navire chevillé », fasse référence à un navire non assemblé par des ligatures. Bien que P. Pomey ne s'avance pas davantage dans l'interprétation du rôle de ces chevilles d'assemblage, il me semble que l'on peut tout de même proposer l'hypothèse que si Eschyle ne fait pas référence à un bateau cousu, il évoque vraisemblablement dans ce vers un navire assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés. Selon cette hypothèse, cela signifierait qu'Eschyle témoignerait de l'existence, dans le contexte culturel maritime de la Grèce de la première moitié du V^{e} s. av. J.-C., de navires assemblés par tenons et mortaises aux côtés de navires assemblés au moyen de ligatures. Nous verrons, avec la confrontation des sources archéologiques de la période archaïque, que l'assemblage par tenons et mortaises a en effet pu être employé de manière conjointe à l'assemblage par ligatures.

[138] **Pomey 1981**, note 5, p. 240.
[139] **Mazon 1953**, *Eschyle. Tome 1*, CUF, Paris.
[140] **Morrison, Williams 1968**, p. 199.
[141] **Pomey 1981**, note 5, p. 240-241 et note 10, p. 241.

III. Les sources écrites pour le monde romain

Pacuvius (~ 220-130)

Dans son ouvrage lexicographique, *De Verborum significatu*, Festus rapporte un extrait des *Niptra* de Pacuvius pour illustrer la définition du terme *serilia*, signifiant « cordage » en latin (508, 33). Dans cette pièce, qui reprend un épisode renouvelé de l'*Odyssée*, le poète tragique Pacuvius indique en effet qu'Ulysse construit, pour quitter l'île de Calypso, non pas un bateau assemblé avec des tenons, mais avec des cordages faits de lin et de sparte :

« […] quia dict Pacuuius in Niptris (250) : ,,Nec ulla sub<s>cus cohibet
[et] conpagem aluei, sed suta lino et sparteis serilibus'', cum περιφραστικῶς
et ficto uocabulo usus sit pro funiculis qui sparto conseruntur. »[142]

Ce passage montre bien la familiarité de Pacuvius avec les bateaux cousus et témoigne ainsi de leur existence encore au II^e^ s. av. J.-C. On ne sait pas en revanche si Pacuvius le considère comme un trait d'archaïsme dans le paysage maritime de son époque ou si, au contraire, les bateaux cousus - et de quels types ? - se rencontraient encore fréquemment, et dans quels espaces de navigations. Sa description permet néanmoins d'alimenter l'argumentation de S. Mark pour démontrer que le bateau d'Ulysse était bien assemblé au moyen de ligatures et non par tenons et mortaises chevillés (cf. *supra*). Pacuvius nous donne également des indications d'ordre naturaliste sur la nature des végétaux avec lesquels étaient faites les ligatures d'assemblage : du lin et du sparte.

Varron (116-27)

Au II^e^ s. apr. J.-C., Aulu Gelle rapporte dans son ouvrage, *Les Nuits Attiques*, les propos de Varron commentant le passage de l'*Iliade* où il est question de la flotte achéenne dont « les planches des navires sont pourries et les spartes se délitent » (cf. *supra*) : « […] le livre XXV des *Antiquités humaines* de Varron dans lequel Varron a écrit ainsi sur ce mot d'Homère : « Quant à moi je pense que σπάρτα chez Homère ne signifie pas tant *spartum* que σπάροι qui se dit des plantes produites par le territoire thébain. En Grèce il commence seulement d'y avoir une abondance de sparte venu d'Espagne. Et les Liburniens ne faisaient

[142] La traduction exacte de ce passage que m'en a donnée M. D. Pralon au cours de notre entretien est : « […] parce que Pacuvius dit dans ses *Niptra* : ,, aucun coin ne tient ensemble l'assemblage de la coque mais il est cousu avec des cordes faites de lin et de sparte'' […] ».

pas usage de cette matière mais ils cousaient la plupart de leurs bateaux avec des lanières, les Grecs plutôt avec du chanvre et de l'étoupe et d'autres produits de l'agriculture, d'où le nom σπάρτα qu'ils leur donnaient. » (XVII, 3)[143].

« […] M. Varronis uicesimus quintus 'Humanarum', in quo de isto Homeri uerbo a Varrone ita scriptum est : « Ego σπάρτα apud Homerum non plus 'spartum' significare puto quam σπάρτους, qui dicuntur in agro Thebano nati. In Graecia sparti copia modo coepit esse ex Hispania. Neque ea ipsa facultate usi Liburni ; set hi plerasque naues loris suebant, Graeci magis cannabo et stuppa ceterisque satiuis rebus, a quibus σπάρτα appellabant. »

Varron, en commentant ce passage de l'*Iliade* montre ainsi une connaissance et une reconnaissance, au I[er] s. av. J.-C., de l'assemblage par ligatures pour construire les bateaux. Il atteste même d'une connaissance technique du sujet en spécifiant que les Liburniens « cousaient la plupart de leurs bateaux avec des lanières », très certainement des lanières de cuir, tandis que les Grecs utilisaient plutôt « du chanvre et de l'étoupe et d'autres produits de l'agriculture ». Néanmoins, Varron rédige ses descriptions à l'imparfait. On peut donc en déduire que s'il possède la connaissance de ce qu'est un bateau cousu, très certainement pour en avoir lui-même vu, l'assemblage par ligatures n'est sans doute plus guère utilisé au I[er] s. av. J.-C. et devait sans doute être considéré comme un trait d'archaïsme pour les navires y ayant encore recours.

Virgile (70-19 av. J.-C.)

Dans l'*Énéide*, le poète Virgile relate l'épisode d'Énée descendant aux Enfers et lui fait traverser le Styx dans un bateau (VI, 413-414) qu'il décrit de la manière suivante :

« Gemuit sub pondere cumba sutilis et multam accepit rimosa paludem. »

Si certains auteurs traduisent les termes *« cumba sutilis »* par une « barque faite de pièces rapportées » ou une « embarcation toute rapiécée »[144], L. Casson, P. Pomey et M. Bonino traduisent directement, et plus justement, ces termes par « barque cousue » qui correspond en effet à la traduction littérale[145]. Ce passage peut donc être traduit de la manière suivante : « La barque cousue a gémi sous ce poids et par ses crevasses se remplit de l'eau marécageuse ».

[143] Traduction de Y. Julien dans **Julien 1998**, *Aulu-Gelle. Les Nuits attiques. Livres XVI-XX*, Tome IV, CUF, Paris.
[144] Cf. notamment la traduction de H. Goelzer dans **Goelzer 1966**, *Virgile. Énéide. Livres I-VI*, CUF, Paris.
[145] **Casson 1963** ; **1973**, p. 9 ; **Pomey 1981**, p. 239 ; **1985**, p. 39 ; **Bonino 1985**, p. 89-90.

L'évocation d'une barque cousue par Virgile renvoie très certainement à une notion d'archaïsme, mais contrairement à ce que pense L. Casson[146], il paraît vraisemblable, comme l'a souligné P. Pomey, que celle-ci montre la familiarité de l'auteur avec l'assemblage par ligatures, sans doute encore existant au I^er^ s. av. J.-C.[147]. Le fait que Virgile choisisse spécifiquement une embarcation cousue pour faire naviguer Énée sur le Styx montre sans doute la volonté de l'auteur de replacer son récit dans des temps anciens[148] mais témoigne probablement aussi de la survivance de ces bateaux dans des espaces de navigation spécifiques, en eaux intérieures ou en espaces de navigation fermés, en tous cas pas en pleine mer. La découverte de vestiges archéologiques de bateaux "cousus" à l'époque romaine, spécifiquement en Adriatique, tendrait à alimenter cette hypothèse (cf. *infra* les sources archéologiques). Celle-ci fera notamment l'objet d'un développement dans la quatrième partie de cette étude. La deuxième partie de la phrase de Virgile, évoquant les entrées d'eau dans la barque, atteste par ailleurs, une fois encore, du point faible de l'assemblage par ligatures avec les liens qui pourrissent au contact de l'eau et se détendent avec le temps, nécessitant ainsi une réfection régulière.

Strabon (~ 63 av. J.-C.-19 apr. J.-C.)

Strabon évoque, aux environs du changement d'ère, les embarcations de peaux cousues qui seules peuvent naviguer sur les eaux marécageuses du lac Méotide en Chersonèse Taurique : « Le lac Putride a, dit-on, quatre milles stades ; il n'est autre que la partie occidentale du Marais Méotide avec qui il communique par une vaste embouchure ; extrêmement marécageux, il est tout au plus navigable pour des embarcations faites de peaux cousues ; ses vasières se découvrent aisément sous l'effet du vent pour se remplir de nouveau après coup. Ainsi s'explique que les bateaux de plus grande taille ne puissent s'engager dans ses marais. »[149] (VII, 4, 1).

« [...] Ἑλώδης δ' ἐστὶ σφόδρα καὶ ῥαπτοῖς πλοίοις μόγις πλόιμος·[...] »

Les embarcations de peaux cousues, auxquelles fait référence Strabon, sont des embarcations d'un type très particulier qui se rapportent à ce que l'on appelle les "embarcations primitives" et sont notamment construites dans des zones faiblement approvisionnées en bois. Elles sont par ailleurs utilisées dans des espaces de navigation spécifiques, généralement des espaces de navigation fermés - lacs ou fleuves - caractérisés

[146] **Casson 1963**, p. 258.
[147] **Pomey 1981**, p. 239 ; **1985**, p. 39.
[148] **Casson 1963**, p. 259.
[149] Traduction de R. Baladié dans **Baladié 1989**, *Strabon. Géographie. Livre VII*, Tome IV, CUF, Paris.

notamment par des fonds peu profonds. C'est le cas, par exemple, des coracles, sortes de corbeilles constituées d'une armature légère et recouvertes de peaux cousues. Bien attestés dans l'Antiquité par les sources iconographiques[150], ces embarcations sont encore utilisées actuellement sur le Tigre et l'Euphrate[151]. Le lac Putride, décrit comme extrêmement marécageux par Strabon, correspond bien également au type d'espace de navigation dans lequel devaient s'inscrire les embarcations de peaux cousues s'apparentant à un type local déterminé par les conditions de navigation très particulières de ce lac[152]. Ce lac coïncide par ailleurs avec la partie occidentale du « Marais Méotide » qui n'est autre que l'actuelle mer d'Azov, située en Crimée, au sud de l'Ukraine, et qui correspond à une mer semi fermée se caractérisant notamment par une faible profondeur. Carrefour entre l'Europe et l'Asie, cette mer est également décrite par Strabon comme largement empruntée par les nomades d'Asie et d'Europe ainsi que par les gens du Bosphore se livrant au commerce.

Verrius Flacus (I^er^ s. apr. J.-C.)

Festus, dont l'ouvrage *De Verborum significatu* abrège l'ouvrage lexicographique de Verrius Flaccus, écrit dans sa notice sur le terme *serilia*, signifiant « cordage » en latin, que « Verrius pense que l'on désigne par ce nom les navires dont se servent les Istriens et les Liburniens, et qui sont garnis de lin et de sparte. »[153] (508, 33).

« Verrius appellari putat nauigia Histrica ac Liburnica, quae
lino ac sparto condensantur, a conserendo et contexendo dicta »

Cette définition du terme *serilia*, rapportée par Festus, nous apporte deux types d'information. Tout d'abord, une information d'ordre géographique, à savoir que si Verrius Flacus associe les bateaux cousus précisément aux Istriens et aux Liburniens, c'est très certainement parce que ces deux peuples centrés sur l'Adriatique utilisent encore, au I^er^ s. apr. J.-C., l'assemblage par ligatures pour la construction de leurs bateaux tandis que pour le reste du bassin méditerranéen, ce type d'assemblage n'est vraisemblablement plus guère utilisé, ou peut-être que de manière très ponctuelle. L'autre information est d'ordre naturaliste en nous indiquant quels types de fibres végétales sont utilisés pour réaliser les ligatures des assemblages de leurs navires : du lin et du sparte. Ces indications pourront ainsi être confrontées aux données archéologiques.

---

[150] Cf. bas-relief assyrien provenant du palais de Sennacherib, daté du début du VII^e^ s. av. J.-C. (704-681), et représentant deux personnages naviguant dans une « corbeille enduite de bitume » (cf. **Hornell 1970**, *plate* XVII, fig. A ; **Casson 1973**, fig. 4 ; **Basch 1987**, p. 42, fig. 57).
[151] **McGrail 2001**, fig. 3.13, p. 64.
[152] **Pomey 1981**, p. 238.
[153] Traduction proposée par F. de Izarra dans **Izarra 1993**, p. 154.

À l'époque où Festus reprend et abrège l'ouvrage de Verrius Flacus, c'est-à-dire au II^e s. ou au III^e s. apr. J.-C., on peut en revanche se demander si le terme *serilia* est tombé en désuétude et que Festus ne l'appréhende alors qu'en recopiant la définition qu'en donne Verrius ou si, au contraire, ce terme correspond toujours à une réalité bien vivace pour les descendants des Istriens et les Liburniens. Une fois encore, la découverte des épaves de Ljubljana, située en Istrie, et de Nin, située sur la côte dalmate, et datée pour la première de la seconde moitié du II^e s. av. J.-C. et pour les secondes, *Nin 1* et *Nin 2*, de la fin de la première moitié du I^er s. apr. J.-C. (cf. *infra* les sources archéologiques, p. 251 et 349), permet de confirmer la survivance de la tradition d'assemblage par ligatures dans ces régions reculées de l'Adriatique[154].

Pline l'Ancien (23-79 apr. J.-C.)

De même que Varron (cf. *supra*), Pline commente, dans son encyclopédie, le passage de l'*Iliade* dans les termes suivants : « Le genêt aussi sert à faire des liens […]. Je me demande si ce n'est pas la plante nommée *sparton* par les auteurs grecs, car on fait chez eux, comme je l'ai indiqué, un lin pour la pêche, et celle qu'Homère a désigné quand il parle des « câbles (*sparta*) détendus des vaisseaux ». Il est en effet certain que le sparte d'Espagne ou d'Afrique n'était pas encore en usage et que, pour les embarcations faites de pièces cousues, on employait le lin pour les coudre, mais jamais le sparte. »[155] (*N. H.*, XXIV, 65).

« Genista quoque uinculi praestat […]. Dubito an haec sit quam Graeci auctores sparton appellauere, cum ex ea lina piscatoria apud eos factitari docuerim, et numquid hanc designauerit Homerus, cum dixit nauium sparta dissoluta. Nondum enim fuisse Hispanum Africanumue spartum in usu certum est et, cum fierent sutiles naues, lino tamen, non sparto umquam sutas. »

Ce passage montre également une connaissance implicite, de la part de Pline, des bateaux cousus puisque le propos de celui-ci n'est pas de s'interroger sur la véracité des propos d'Homère mais de disserter, comme l'avait déjà fait Varron, sur les fibres végétales utilisées pour réaliser les ligatures des assemblages. Pline nous apporte ainsi plusieurs niveaux d'informations. Le premier concerne, nous l'avons dit, la familiarité de l'auteur avec les bateaux cousus qui devaient encore être une réalité au I^er s. apr. J.-C. Seulement, aucun détail ne nous permet de savoir pour quel(s) type(s) de bateau(x) était alors employé l'assemblage par ligatures et dans quel(s) espace(s) de navigation s'inscrivai(en)t ceux-ci ou,

[154] **Pomey 1981**, p. 237-238.
[155] Traduction de J. André dans **André 1972**, *Pline L'Ancien. Histoire Naturelle. Livre XXIV*, CUF, Paris.

en d'autres termes, de savoir si la ligature n'était plus employée que de manière très ponctuelle et dans des zones géographiques spécifiques au I^{er} s. apr. J.-C., Pline en ayant alors connaissance de par ses nombreux voyages, ou si au contraire la ligature était encore largement employée dans l'ensemble de la Méditerranée. Le deuxième niveau d'information concerne les végétaux utilisés pour réaliser les ligatures d'assemblage. Pline nous indique que « le genêt aussi sert à faire des liens » et se demande si ce n'est pas le végétal auquel fait référence Homère pour les assemblages des navires achéens. Il rejette en effet l'interprétation du sparte qui, venu d'Afrique et d'Espagne, n'a vraisemblablement été introduit que très tardivement, et qu'à l'époque grecque, c'est le lin qui était principalement utilisé pour coudre les bateaux. Ces éléments pourront ainsi être confrontés aux données archéologiques.

IV. Les sources écrites pour l'Antiquité tardive

saint Jérôme ~ 345-419

Après le I^er^ s. apr. J.-C., on ne possède plus aucun témoignage de bateaux cousus avant la fin de l'Antiquité. Et c'est seulement avec saint Jérôme qu'une dernière allusion aux bateaux cousus sera faite au début du V^e^ s. apr. J.-C. Celui-ci évoque en effet ce type d'assemblage dans un courrier adressé à la jeune Pacatula pour comparer la fragilité de la virginité à la fragilité des bateaux cousus : « Tu es vierge : pourquoi prends-tu plaisir à la compagnie d'une femme, pourquoi confies-tu une embarcation fragile et cousue aux grands battements des flots et pourquoi embarques-tu sans inquiétude pour le grand danger d'une navigation incertaine ? »[156] (*Epistolae*, CXXVIII, 3).

« Virgo es, quid te mulieris delectat societas ? quid fragilem et sutilem ratem magnis committis fluctibus, et grande periculum nauigationis incertae securus ascendis ? »

Si l'allusion à un bateau cousu (*sutilem ratem*) renvoie très certainement, au V^e^ s., à une notion d'archaïsme, il peut paraître en revanche évident, pour que la comparaison soit comprise de sa correspondante, que le bateau cousu correspondait encore à une réalité connue[157]. Il est par ailleurs possible que l'évocation d'un bateau cousu renvoie ici à une référence personnelle, propre à saint Jérôme. Ce dernier est en effet né à Stridon, située aux confins de la Dalmatie et de la Pannonie, là même où Verrius Flaccus indique l'utilisation, encore au I^er^ s., de l'usage par les Istriens de la ligature dans la construction navale[158] (cf. *supra*). Dans cette perspective, la référence de saint Jérôme à un bateau cousu pourrait renvoyer à un souvenir d'enfance - datant du milieu du IV^e^ s. - qui lui était familier et témoignerait alors, pour la fin de l'Antiquité, de la survivance de l'assemblage par ligatures par les charpentiers de la Dalmatie et de la Pannonie pour la construction de leurs bateaux.

[156] Traduction originale de M. D. Pralon qu'il m'a proposée au cours de notre entretien.
[157] **Pomey 1981**, p. 239.
[158] Stridon est par ailleurs située non loin de l'actuelle Ljubljana, là même où l'épave d'un bateau cousu daté de la seconde moitié du II^e^ s. av. J.-C. a été découverte (cf. p. 251).

V. Conclusions sur l'apport des sources écrites

L'ensemble des sources écrites ayant trait à l'assemblage par ligatures dans la construction navale antique, témoigne ainsi, au travers d'auteurs grecs et latins, de l'existence de bateaux cousus en Égypte au V^e^ s. av. J.-C. ainsi que dans le monde méditerranéen du VIII^e^ s. av. J.-C. au V^e^ s. apr. J.-C. Ces sources écrites sont cependant de natures diverses, en raison de leurs auteurs qui sont soit historien (Hérodote), poètes (Homère, Eschyle, Virgile), grammairiens ou encyclopédistes (Varron, Verrius Flacus), naturaliste (Pline), géographe (Strabon), ou encore Père de l'Église latine (saint Jérôme) et apportent ainsi des informations très différentes selon leurs intérêts. Aussi, peu de détails techniques sont donnés sur l'assemblage en lui-même et seuls le passage d'Homère, rapportant la construction du bateau d'Ulysse dans l'*Odyssée* (V, 244-257), ainsi que le récit d'Hérodote, à propos de la construction des navires égyptiens (II, 96), témoignent de l'utilisation de chevilles de pré-assemblage dans la construction de bateaux cousus ainsi que de l'usage, pour l'embarcation d'Ulysse, de petites chevilles enfoncées dans les canaux de passage des ligatures afin de les bloquer[159]. Les autres informations données sur les assemblages par ligatures concernent la nature des fibres végétales utilisées pour réaliser les ligatures (le papyrus pour Hérodote, le sparte pour Homère, le lin pour Eschyle et pour Pline, le lin et le sparte pour Pacuvius et Verrius Flacus, des lanières de cuir, du chanvre et de l'étoupe pour Varron) ainsi que le point faible de ce type d'assemblage lié au pourrissement des ligatures en milieu humide et à leur relâchement avec le temps (Homère dans l'*Iliade*, Virgile) qui oblige à les refaire régulièrement. Concernant la distribution géographique de l'assemblage par ligatures, on apprend également que celui-ci est commun en Égypte au V^e^ s. av. J.-C. ainsi que dans le monde grec archaïque (Homère, Eschyle) mais qu'au V^e^ s. av. J.-C., il cohabite peut-être également avec l'assemblage par tenons et mortaises chevillés (Eschyle). Comme il l'a déjà été montré par P. Pomey, la familiarité des auteurs romains du I^er^ s. av. et du I^er^ s. apr. J.-C. avec les bateaux cousus (Varron, Pline) montre également que cet assemblage semble encore être utilisé dans la construction navale du monde romain mais de manière limitée, les bateaux cousus semblant alors être considérés comme appartenant à des temps anciens (Varron, Virgile), et sans doute pour des zones géographiques limitées telle que l'Adriatique avec les Liburniens et les Istriens (Verrius Flacus) qui semblent - au moins pour ces derniers - avoir encore recours à cet assemblage pour construire leurs bateaux jusqu'au milieu du IV^e^ s. apr. J.-C. (saint Jérôme)[160]. Le recoupement des écrits des auteurs romains alimenterait ainsi l'idée d'une survivance de l'assemblage par ligatures en Adriatique jusqu'à la fin de l'Antiquité tardive, ce que confirment, on le verra, les sources archéologiques. Le rapport de Strabon, concernant l'existence de bateaux de peaux cousus pour se déplacer sur le lac Putride, en

[159] Selon la nouvelle interprétation de ce passage par S. Mark (cf. **Mark 1991**, p. 444).
[160] **Pomey 1981**, p. 237 et 239 ; **1985**, p. 39.

Chersonèse Taurique, est enfin un témoignage exceptionnel dans la mesure où aucun vestige de ces embarcations primitives ne peut espérer être retrouvé aujourd'hui. Ce témoignage est d'autant plus essentiel que les bateaux de peaux cousus sont supposés être, au même titre que les radeaux et les pirogues, à l'origine des premiers bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures (cf. Introduction).

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour les sources écrites :

BASCH L.

1978, L'assemblage du navire de Bon-Porté, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n°29, p. 71-73.

1986, Note sur le calfatage : la chose et le mot, *Archaeonautica*, 6, p. 185-198.

BONINO M.

1985, Sewn boats in Italy : *sutiles naves* and barche cucite, dans *Sewn Plank Boats*, p. 87-104.

BOREUX CH.

1925, *Études de nautique égyptienne. L'art de la navigation en Égypte jusqu'à la fin de l'ancien Empire*, Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie Orientale, tome cinquantième, Le Caire, p. 139.

CASSON L.

1963, Sewn boats (Virgil, *Aen*. Vi. 413-14), *The Classical Review*, XIII, 3, p. 257-259.

1964 a, Odysseus' Boat (*Od*., V, 244-257), *AJP*, 85, p. 61-64.

1973, S*hips and Seamanships in the Ancient World*, Princeton University Press, Princeton, 3e édition (1ère ed.: 1971).

1992, Odysseus'boat (*Od*. 5.244-53), *IJNA*, 21, p. 73-74.

FOERSTER LAURES F.

1989, Caulking in sewn boats ?, *IJNA*, 18.3, p. 266-267.

HALDANE C.

1990, Egyptian hulls and the evidence for caulking, *IJNA*, 19.2, p. 135-136.

HALDANE C. W. et SHELMERDINE C. W.

1990, Herodotus 2.96.1-2 again, *Classical Quarterly* 40, p. 535-539.

IZARRA F. de

1993, *Le fleuve et les hommes en Gaule romaine*, Éditions Errance, Paris.

LLOYD A. B.

1979, Herodotus 2.96.1-2, *Classical Quarterly*, 29, p. 45-48.

MARK S. E.

1991, *Odyssey* 5.234-53 and Homeric Ship Construction: A Reappraisal, *AJA*, 95, p. 441-445.

1996, *Odyssey* (5.234-53) and Homeric Ship Construction: a clarification, *IJNA*, 25.1, p. 46-48.

MORRISON J. S.

1972, Review of L. Casson, *Ships and Seamanship in the Ancient World*, *IJNA*, 1, p. 230-232.

MORRISON J. S. et WILLIAMS R. T.

1968, *Greek Oared Ships. 900-322 B.C.*, Cambridge University Press, Cambridge.

POMEY P.

1981, L'épave de Bon-Porté et les bateaux cousus de Méditerranée, *MM*, 67-3, p. 225-243.

1985, Mediterranean sewn boats in Antiquity, dans *Sewn Plank Boats*, p. 35-48.

TCHERNIA A.

2001, Eustathe et le rafiot d'Ulysse (*Od*. V), dans Brun J.-P. et Jockey Ph. (dir.*), τέχναι Techniques et sociétés en Méditerranée*, Maisonneuve & Laros, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Paris, p. 625-631.

LES SOURCES ÉCRITES ANTIQUES pour l'étude des bateaux cousus antiques d'Égypte et de Méditerranée :

Aulu Gelle, *Les Nuits Attiques*, XVII, 3
Texte établi et traduit par Julien Y. 1998, *Aulu-Gelle. Les Nuits Attiques. Livres XVI-XX*, Tome IV, CUF, Paris.

Eschyle, *Les Suppliantes*, 134-135
Texte établi et traduit par Mazon P. 1953, *Eschyle. Tome 1*, CUF, Paris.

Festus, *De Verborum significatu quae supersunt cum Pauli epitome*, 508, 33
Texte édité par Lindsay W. M. 1913, Teubner, Leipzig.

Hérodote, *Histoires*, II, 96
Passage traduit et commenté par Casson L. 1973, p. 14.

Homère, *Iliade*, II, 135
Texte traduit par Pralon D., non publié et retranscrit ici avec son autorisation.

Homère, *Odyssée*, V, 33 ; V, 244-257
Texte traduit par Pralon D., non publié et retranscrit ici avec son autorisation.

Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle*, XXIV, 65
Texte établi, traduit et commenté par André J. 1972, *Pline L'Ancien. Histoire Naturelle. Livre XXIV*, CUF, Paris.

saint Jérôme, *Epistolae*, CXXVIII, 3
Texte traduit par Pralon D., non publié et retranscrit ici avec son autorisation.

Strabon, *Géographie*, VII, 4, 1
Texte établi et traduit par Baladié R. 1989, *Strabon. Géographie. Livre VII*, tome IV, CUF, Paris.

Virgile, *Énéide*, VI, 413-414
Passage traduit et commenté par Casson L. 1963.

I. Les sources iconographiques pour l'Égypte ancienne

Les représentations d'embarcations et de bateaux sont nombreuses pour l'Égypte ancienne. Il s'agit essentiellement de représentations d'embarcations fluviales et d'eaux intérieures, en relation avec le Nil bien sûr, mais aussi avec les nombreuses zones de marais et de marécages liées aux crues régulières du Nil. On distingue, parmi ces représentations, deux types d'embarcations : les radeaux ou les barques de papyrus, qui relèvent des embarcations "primitives", et les bateaux de planches assemblées. Le premier type correspond à un flotteur constitué de tiges de papyrus – voire de tiges de joncs et de roseaux – qui présentent une longueur suffisante pour qu'on puisse en former des bottes compactes et les assembler ensuite au moyen de ligatures. Il est probablement à l'origine, en Égypte ancienne, des bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures (cf. *supra* Introduction) pour lesquels nous ne disposons, dans la catégorie du deuxième type d'embarcation énoncé ci-dessus, que de peu de représentations clairement identifiables.

A. Les embarcations de papyrus

Les barques les plus anciennes dont la représentation nous est parvenue datent de la période prédynastique (IV^{ème} millénaire av. J.-C.). Elles se rattachent à un type caractérisé par une surélévation plus ou moins prononcée des extrémités, particulièrement de l'arrière. Cette forme cintrée suggère que ces barques étaient faites d'un matériau extrêmement souple et flexible, capable de recevoir la courbure qu'on voulait lui donner. Aussi, est-il permis de penser que les premières embarcations employées par les Égyptiens de l'époque prédynastique, voire du Néolithique, ont dû être des radeaux, et plus précisément des barques faites de papyrus liés ensemble par des ligatures[161]. Les représentations de ces embarcations dites "primitives", qu'elles soient gravées dans la roche, peintes sur des vases ou modelées dans de la terre cuite, sont nombreuses et variées et il n'est pas dans mes objectifs, dans le cadre de cette étude, d'en dresser l'inventaire et d'en reprendre l'analyse. Aussi, me contenterai-je d'en donner quelques exemples choisis et de présenter les conclusions que Ch.

[161] **Boreux 1925**, p. 2-3.

Boreux a lui-même établies à partir de l'étude complète et détaillée de ce corpus[162]. S. McGrail, dans son dernier ouvrage, reprend également globalement l'analyse de Boreux[163].

Parmi les premières représentations de ces embarcations, les modèles retrouvés à Nagada et à Abydos (IV^{ème} millénaire av. J.-C.) (fig. 40, 41 et 42) figurent notamment, avec les lignes régulières verticales dessinées sur les murailles de ce qui semblent plus être des barques que des radeaux, les ligatures liant les bottes de papyrus entre elles dans le sens de la largeur de l'embarcation et régulièrement tout du long.

Un peu plus tard, sous l'Ancien Empire (vers 2700-2200), parmi les nombreuses représentations de ce type d'embarcation, certaines présentent des scènes relatives à leur construction même. La tombe de Ptahhotep à Saqqara (Basse Égypte), datée de la V^{e} dynastie (vers 2500-2350), nous offre par exemple une scène présentant trois moments différents de la construction d'une même barque de papyrus avec quatre ouvriers y travaillant[164] (fig. 43). Ceux-ci, dans les représentations de droite et de gauche, lient les bottes de papyrus. La plupart de ces ouvriers s'affairant à cette tâche sont notamment courbés ou agenouillés et prennent appui sur leur pied pour mieux tendre la ligature. Dans la barque du milieu, au contraire, un seul est employé à cet ouvrage ; des trois autres personnages, l'un est debout et paraît diriger les travaux, tandis que les deux derniers s'affairent également à l'assemblage du bateau au moyen de ligatures mais ils sont ici munis d'outils. L'ouvrier de droite tient ainsi dans sa main gauche l'extrémité de la ligature et dans sa main droite, il tient un outil de forme ovale. L'ouvrier qui lui fait face, à gauche sur la scène, tient dans sa main droite un objet semblable, de forme circulaire, et il tient, dans sa main gauche, un outil apparenté à un bâton (fig. 44).

À partir de l'étude comparative de ces différentes scènes relatives à la construction de ces embarcations, Ch. Boreux a déterminé trois grandes phases procédant à la construction d'une barque de papyrus[165]. Il s'agirait, dans un premier temps, de la fabrication proprement dite de la barque, qui n'est en réalité jamais figurée sur les scènes mais que Boreux reconstitue. Selon lui, les constructeurs utilisaient les bottes de papyrus telles qu'elles arrivaient du marais et en coupaient seulement les fleurs ; ils les disposaient alors à la suite et à côté les unes des autres avant de les entourer d'une ceinture soit de piquets de bois soit de branches très flexibles qui servaient d'étais à la disposition d'autres bottes qu'ils superposaient de façon à constituer les murailles de l'embarcation. Dans un deuxième temps, les bottes de papyrus étaient vraisemblablement serrées et ligaturées entre elles de manière transversale en commençant d'abord par l'avant et l'arrière de l'embarcation. Enfin, dans un troisième et dernier temps, l'embarcation devait être « calfatée », selon l'expression de Ch.

[162] Cf. **Boreux 1925**.
[163] Cf. **McGrail 2001**, p. 20-22.
[164] **Boreux 1925**, p. 179 ; **McGrail 2001**, p. 21-22.
[165] **Boreux 1925**, p. 181-184.

Boreux, afin de la rendre aussi imperméable que possible. C'est, d'après Boreux, ce à quoi s'emploient les deux ouvriers de droite représentés dans la scène centrale de la tombe de Ptahhotep. Il identifie en effet les outils de forme ovale et circulaire à des sortes d'éponges avec lesquelles les ouvriers répandaient et inséraient dans les interstices des bottes de papyrus, écartées au moyen du bâton, une substance destinée à donner à l'embarcation l'étanchéité souhaitée. Pour Wachsmann, qui s'appuie sur T. Severin et sa construction d'un boutre cousu[166] (cf. *infra* les sources ethnographiques, p. 474), il s'agit au contraire, non pas d'une scène de calfatage de l'embarcation, mais également d'une scène d'assemblage par ligatures correspondant plus précisément à la phase de serrage des liens[167]. Les objets de forme ovale et circulaire, que tiennent les deux ouvriers, seraient en réalité des pierres permettant de marteler les ligatures afin d'en permettre une meilleure tension[168]. Le bâton, que tient l'ouvrier de gauche, serait par ailleurs un levier de tension. Cet outil, que l'on retrouve employé dans la construction de tous bateaux cousus (cf. *infra* les sources ethnographiques, p. 467, 481 et 486), se présente le plus souvent sous la forme d'une fourche (fig. 45). Il permet de tendre la ligature en enroulant l'extrémité de celle-ci sur l'extrémité du bâton et en ramenant l'outil vers soi, la base prenant appui sur la coque. L'interprétation de Wachsmann me paraît vraisemblable et correspond plus probablement à la réalité de la scène représentée sur le tombeau de Ptahhotep que l'interprétation qu'en avait faite Boreux soixante ans plus tôt. Dans la mesure où les embarcations de papyrus sont, par essence, des flotteurs naturels, il n'est en effet aucun besoin de procéder à leur étanchéité et l'action de « calfatage », qu'introduit Ch. Boreux, apparaît donc être hors de propos[169]. En revanche, l'action de tendre les ligatures au maximum apparaît nécessaire pour lier correctement les bottes de papyrus entre elles. Bien que ces phases de serrage des ligatures, réalisées à l'aide d'une masse (pierre ou marteau) ainsi que d'un levier de tension se présentant sous la forme d'un simple bâton, le plus souvent fourchu, ne soient attestées par les sources ethnographiques que pour la construction de bateaux de planches assemblées (cf. *infra* les sources ethnographiques), il est probable qu'il en était de même pour les embarcations primitives également assemblées au moyen de ligatures. Cette nouvelle interprétation ne remet cependant pas en cause les deux premières phases de construction d'une barque de papyrus déterminées par Ch. Boreux et que sont la réunion de bottes ou de liasses de papyrus dans une première phase suivi de l'assemblage de ces bottes au moyen de ligatures dans une deuxième phase. Seule la deuxième phase d'assemblage est donc représentée sur les scènes de construction, les ouvriers réalisant ces assemblages étant figurés avec ou sans outils que sont les pierres utilisées pour marteler les ligatures et les leviers de tension.

[166] Cf. **Severin 1984** ; **1985**.
[167] **Wachsmann 1998**, p. 242-243.
[168] **Wachsmann 1998**, p. 228-229
[169] J. Hornell n'évoque par ailleurs à aucun moment, à propos des embarcations de papyrus, le fait que celles-ci puissent être « calfatées » (cf. **Hornell 1970**, p. 47-48).

Ainsi construit, ce type d'embarcation n'était pas destiné à transporter des charges lourdes et était ainsi essentiellement utilisé pour la pêche et la chasse[170]. À l'époque memphite (vers 2200), les barques de papyrus pouvaient également jouer un rôle important dans les cérémonies d'enterrement et servir à transporter non seulement un certain nombre de personnes qui prenaient part ou assistaient aux cérémonies mais encore le mort lui-même ; c'est le cas par exemple de cette représentation de Dahchour dans laquelle deux barques funéraires, qui paraissent bien être faites de papyrus, reçoivent respectivement le sarcophage et le naos du défunt (fig. 46).

Enfin, toujours d'après les représentations de barques de papyrus, Ch. Boreux a établi des caractères généraux et des détails particuliers propres à ces embarcations[171]. Il s'agit notamment de la forme de ces barques. D'après l'auteur, le type est invariablement celui auquel il a donné le nom de « naqadien » et qui peuvent se présenter sous deux aspects bien distincts. Selon que l'extrémité d'avant et celle d'arrière ont à peu près la même hauteur (fig. 47), Boreux les appelle « barques à extrémités sensiblement égales et symétriques » ou que les extrémités sont au contraire à deux niveaux nettement différents, avec généralement l'arrière relevé suivant un angle obtus, et l'avant sensiblement horizontal (fig. 48), il les nomme « barques à extrémités inégales et dissymétriques ». Concernant les ligatures servant à retenir les bottes et dont la réunion constituait les barques, celles-ci, sur la base des représentations dans lesquelles elles sont figurées, étaient le plus souvent constituées de deux ou trois cordes, les ligatures simples et les ligatures de quatre cordes ou davantage n'étant employées qu'exceptionnellement. En revanche, à mesure que ces ligatures se rapprochent des extrémités, le nombre des cordes qui les compose va en augmentant ; néanmoins, ce sont parfois les ligatures du milieu de la coque qui sont, au contraire, les plus fournies. Les deux systèmes se justifient selon Boreux par la nécessité, dans le dernier cas, de soutenir les parties les plus épaisses et, par suite, les plus lourdes de l'embarcation, et dans le premier cas, de consolider celles qui pouvaient se désagréger le plus facilement. Enfin, chaque ligature était vraisemblablement attachée par un nœud spécial, arrêté sur la partie supérieure de la muraille.

Concernant l'équipage de ces embarcations, on compte le plus souvent deux ou trois hommes, tout au plus. La proportion des hommes spécialement chargés de la manœuvre est ainsi extrêmement variable selon les cas. Le plus souvent, quand l'équipage comporte deux personnes, l'une d'elle seulement est préposée à la direction ; quand il en comporte trois, ce rôle est confié à deux d'entre elles ; enfin, dans les barques à équipage nombreux, celui-ci est occupé presque tout entier à faire avancer le bateau. Le mode de propulsion est effectué soit la perche (fig. 49), soit la pagaie (fig. 50) selon la profondeur de la nappe d'eau sur laquelle la barque naviguait, la perche étant, par conséquent, essentiellement utilisée en contexte marécageux, et la pagaie, dans l'espace deltaïque du Nil. Par ailleurs, une pagaie beaucoup

[170] **Boreux 1925**, p. 187-221.
[171] **Boreux 1925**, p. 221-231.

plus grande que les autres et manœuvrée à l'arrière faisait vraisemblablement office de gouvernail en permettant de donner une direction plus efficace à l'embarcation (fig. 51). Les pagaies-gouvernails, comme les pagaies de propulsion, se terminent par une pale quelquefois longue et lancéolée, quelquefois assez courte, et quelquefois arrondie à son extrémité inférieure.

Enfin, concernant ce que Ch. Boreux appelle les « accessoires », il semble que le plancher fut le plus important de ceux que comportaient les barques de papyrus. Il s'agit en fait soit d'autres joncs formant une sorte de natte, soit, plus habituellement d'une planche à proprement parlé qui était disposée sur la barque (fig. 52). L'auteur enregistre également sur les représentations, des sièges assez primitifs, faits également de bottes de papyrus assemblées au moyen de cordes, et réservés à certains personnages. Le dernier type d'accessoire observé est la natte disposée par certains pagayeurs entre leurs genoux et les roseaux de la coque pour les protéger des infiltrations d'eau et de la constante humidité (fig. 53).

Les radeaux et les barques de papyrus représentent ainsi les flotteurs les plus anciennement utilisés dans la vallée du Nil. L'approvisionnement en papyrus, abondant dans les marais et les étangs bordant le Nil, et leur construction simple, ne nécessitant comme outils qu'une machette pour couper les végétaux, des pierres et des leviers de tension pour assurer la mise en tension des ligatures d'assemblage, expliquent en effet qu'il s'agisse de l'embarcation "primitive" égyptienne par excellence. Les centaines d'images de ces embarcations dont nous disposons pour les périodes prédynastiques et dynastiques témoignent d'ailleurs d'une activité fluviale intense, sans équivalent au monde. Et même avec l'apparition et le développement du bateau de planches assemblées, ces embarcations de papyrus continueront à être largement utilisées, Hornell en mentionnant encore l'existence dans les zones supérieures du Nil au début du XX^{e} s. (fig. 54).

B. Les bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures

Bien que le nombre des représentations de bateaux de planches assemblées soit très important dans l'iconographie de l'Égypte ancienne, seules deux scènes renvoient incontestablement à des bateaux assemblés au moyen de ligatures.

Il s'agit, pour la première, d'une scène provenant du tombeau de Rahotep (IV^{e} dynastie, vers 2620-2500), de la tombe de Meïdoum (Basse Égypte)[172]. Celle-ci représente quatre ouvriers en train de travailler à la construction d'un bateau de planches assemblées au moyen de ligatures (fig. 55a et 55b). Ce dernier, avec sa forme cintrée et ses extrémités

[172] **Boreux 1925**, p. 240-241 ; **Wachsmann 1998**, p. 229.

relevées, affecte une forme proche de celle des barques de papyrus et ce sont les outils maniés par les personnages agenouillés chacun à l'une des extrémités de l'embarcation – un ciseau à bois pour celui placé sur l'extrémité droite et une herminette pour celui placé sur l'extrémité gauche – qui attestent qu'il s'agit bien là de la construction d'un bateau en bois. Sur cette illustration, les extrémités, sur lesquelles s'affairent les deux ouvriers, sont déjà ligaturées par des bandes d'assemblage transversales et espacées entre elles de manière régulière, tandis que la partie centrale est en cours d'assemblage par deux autres ouvriers qui sont en train de tendre la ligature. Cette représentation d'un bateau ligaturé fait partie des plus anciennes scènes représentations de bateaux en bois.

La seconde scène d'un bateau en bois assemblé au moyen de ligatures provient de la tombe de Nefer et Ka-Hay (Saqqara, V^{e} dynastie, vers 2500-2350) (fig. 56a et 56b). Selon S. Wachsmann et C. Ward, cette représentation illustre en effet également plusieurs phases de la construction d'un bateau de planches assemblées au moyen de ligatures affectant lui aussi la forme d'une barque de papyrus[173]. Au total, quatre ouvriers s'appliquent à des tâches différentes, correspondant à des moments divers de la construction. Un cinquième personnage, représenté debout du côté de la proue du bateau, semble diriger les opérations, tandis qu'un sixième personnage, représenté hors du bateau, également au niveau de la proue, est vraisemblablement en train d'enlever les cales retenant le bateau pour son lancement. La phase ultime de la construction représentée, et la plus visible de la scène, correspond à la mise en tension de la coque avec la présence d'un câble de cintrage, reliant la poupe à la proue du bateau, et soutenu par une fourche de soutènement placée au centre de la coque. L'un des ouvriers s'occupe de la mise en place de cet étai, tandis qu'un autre s'affaire au serrage du câble à l'aide d'un bâton qu'il fait tourner dans les cordages. Une autre phase, correspondant à l'assemblage par ligatures du bateau, est représenté du côté de la poupe avec les deux autres ouvriers dont l'un est en train de tendre la ligature, en prenant notamment appui sur ses pieds pour pencher son corps en arrière et accentuer ainsi l'effet de tension de la ligature, tandis que l'autre, une pierre à la main, est vraisemblablement en train de marteler la ligature dans le but de renforcer sa mise tension. Ces gestes, effectués durant la phase d'assemblage par ligatures, rappellent ainsi ceux décrits pour la construction de la barque de papyrus représentée sur l'un des murs de la tombe de Ptahhotep à Saqqara, également datée de la V^{e} dynastie (vers 2500-2350) (cf. *supra* et fig. 44).

Ces deux scènes, la première provenant du tombeau de Rahotep et la seconde provenant de la tombe de Nefer et Ka-Hay (IV^{e} dynastie et V^{e} dynastie), sont donc les seules recensées qui représentent avec certitude des bateaux faits de planches assemblées au moyen de ligatures. Il est néanmoins fort probable que de nombreuses autres représentations de

[173] **Wachsmann 1998**, p. 228-229 ; **Ward 2000**, p. 11.

bateaux ligaturés devaient également exister pour l'Égypte ancienne mais que leur état de conservation n'a pas permis de les identifier. Il est sans doute également vraisemblable que la célèbre représentation du tombeau de Ti à Saqqara, datée de la V^{e} dynastie (vers 2500-2350), renvoie à un bateau de planches assemblées en partie au moyen de ligatures (fig. 57). Bien que les scènes de construction représentées sur le panneau de cette tombe montrent assurément une construction au moyen de tenons et mortaises, il n'est cependant pas exclu que le bateau en cours de montage n'était pas également assemblé au moyen de ligatures. Selon J. R. Steffy, les mortaises en cours de réalisation, représentées sur la scène en bas, à droite du panneau, pourraient en effet être destinées au passage de ligatures d'assemblage transversales et non à l'insertion de tenons[174]. Dans la mesure où les mortaises en cours de creusement sont en correspondance avec les mortaises représentées sur les cans de la pièce, on peut effectivement supposer que ces mortaises étaient destinées à se rejoindre pour former un canal en forme de L. On retrouve notamment ce même type d'aménagement, destiné au passage des ligatures, sur les fragments découverts à Licht (Basse Égypte, vers 1950 av. J.-C., cf. *infra*, p. 121). En outre, on ne connaît, pour cette période, aucun bateau assemblé au moyen unique de tenons et mortaises et l'archéologie semble plutôt révéler le cas de constructions mixtes employant conjointement l'assemblage par tenons et mortaises et l'assemblage par ligatures. Le navire de Chéops, daté de la IV^{e} dynastie (Basse Égypte, 2650 av. J.-C., cf. *infra* p. 104), constitue le meilleur exemple de ce type de construction mixte. L'étude des phases de construction de ce navire montre que les tenons sont en réalité employés pour le pré-assemblage des pièces de bordés tandis que ce sont les ligatures qui permettent véritablement d'assembler, de manière effective, les virures entre elles, selon un plan d'assemblage transversal. Si, dans ces panneaux du tombeau de Ti, ce sont les premières phases de construction qui sont représentées, avec le pré-montage des planches de bordé au moyen de tenons et mortaises, il est donc fort probable, comme semble le révéler la scène de creusement des mortaises, que l'assemblage effectif du navire était réalisé au moyen de ligatures.

Si les représentations d'embarcations en papyrus, assemblées au moyen de ligatures transversales, sont nombreuses pour l'Égypte ancienne, le nombre des représentations de bateaux faits de planches assemblées au moyen de ligatures est en revanche très faible. Les deux types de représentations permettent néanmoins d'appréhender les gestes effectués pour réaliser des assemblages par ligatures avec notamment les phases de serrage des ligatures qui sont vraisemblablement effectués à l'aide d'outils, une masse (pierre) et un levier de tension.

Qu'en est-il des sources iconographiques concernant la Méditerranée antique ?

[174] **Steffy 1994**, p. 29.

II. Les sources iconographiques pour la Méditerranée de l'Âge du Bronze

A. Les modèles en terre cuite chypriotes (2100-1230)

Deux modèles en terre cuite datés de l'Âge du Bronze, et représentants possiblement des bateaux cousus, ont été découverts à Chypre[175].

Le premier type de modèle, daté de 2000-1600 av. J.-C. mais dont le contexte de découverte est inconnu, présente une forme générale de bol allongé avec des extrémités en forme de corne (fig. 58). Cette forme générale figure une coque sur laquelle sont peints, dans le registre inférieur, des croisillons, et dans le registre supérieur, séparé par un double trait, des chevrons. Ces motifs géométriques évoquent un travail de vannerie et suggèrent vraisemblablement la structure d'une embarcation constituée d'une armature légère sur laquelle étaient tendues des peaux, cousues entre elles. Les huit personnages embarqués sont tous appuyés sur les bords du modèle et avec l'un d'entre eux perché "à cheval" sur l'une des cornes, figurant peut-être la proue. Cette disposition singulière visait probablement à assurer la stabilité de l'embarcation durant la navigation. Ce type de bateau de peaux, avec une telle position de ses passagers et selon une répartition semblable, renvoie, selon L. Basch au coracle[176]. Ce type de bateau, attesté dès l'Antiquité avec les bas-reliefs assyriens[177] et encore actuellement en usage sur le Tigre et l'Euphrate[178], présente en effet une armature légère en forme de corbeille sur laquelle sont appliquées et cousues entre elles des peaux tendues. La propulsion de cette embarcation est effectuée à la rame et les passagers sont installés sur les bords de la "corbeille" afin d'assurer sa stabilité durant la navigation (fig. 59). Ce type d'embarcation primitive, qui a dû exister dès l'époque néolithique, est également considéré comme pouvant être à l'origine des bateaux de planches assemblées par ligatures (cf. *supra* Introduction).

Le second type de modèle en terre cuite, daté de 1600-1230 environ, provient de la tombe de Kazaphani, située dans le nord de l'île. Il présente une coque de bateau de forme arrondie et symétrique avec une proue et une poupe pincées et relevées mais dont les extrémités de la poupe sont brisés (fig. 60). La coque présente, au niveau du plat-bord, un long bourrelet incurvé sur lequel sont percés une série de trous de part en part. Ce type d'aménagement suggère, selon l'hypothèse proposée par L. Basch, un bateau de peaux cousues tendues sur l'armature de l'embarcation et dont les parties hautes seraient fixées à

[175] **Basch 1987**, p. 70-75 ; **Pomey (dir.) 1997**, p. 60-61.
[176] **Basch 1987**, p. 70.
[177] Cf. *supra*, note 150.
[178] **McGrail 2001**, fig. 3.13, p. 64.

cette armature longitudinale avec des ligatures passant au travers des trous percés à cet effet[179]. Ce type de bateau était vraisemblablement propulsé au moyen d'une voile comme le suggère la petite cavité en forme de douille située au centre de l'embarcation et représentant probablement l'emplanture du mât ainsi que les deux crochets disposés de part et d'autre de cette pièce et figurant, selon L. Basch, le point d'attache des haubans. Ce dernier propose également de voir, au niveau de la poupe, l'emplacement d'une fourche dont les extrémités sont brisées qui aurait pu servir de support à un gouvernail axial. Ce type de bateau de peaux, avec sa forme allongée, une armature plus complexe et une propulsion à la voile, était donc plus évolué que le coracle et devait permettre une navigation en pleine mer, à l'inverse du coracle plutôt destiné à naviguer en eaux intérieures ou dans des espaces de navigation fermés. En cela, il évoque les curraghs qui sont également constitués d'une armature légère, mais néanmoins complexe comparée aux coracles, sur laquelle étaient tendues des peaux, cousues entre elles[180] (fig. 61).

Les deux types de modèles en terre cuite découverts à Chypre pourraient ainsi attester de l'usage de bateaux de peaux cousues dans cette région orientale de la Méditerranée pour le III^{ème} et le II^{ème} millénaires av. notre ère, le modèle daté du II^{ème} millénaire représentant néanmoins un type de bateau plus évolué que le premier modèle.

B. Les poêlons de Syros (2800-2200)

Ce que l'on appelle communément les « poêlons de Syros » correspondent à des récipients en terre cuite – dix au total – en forme de poêlons, découverts sur l'île de Syros en mer Égée et conservés au Musée National d'Athènes[181].

Ces récipients se rattachent à la civilisation dite de « Keros-Syros », datée de 2800-2200 ans av. J.-C. Sur neuf de ces poêlons, le dessin d'un navire est incisé (fig. 62a à 62f), tandis que sur le dixième, deux navires sont représentés (fig. 62g et fig. 62h). D'après L. Basch, ce qu'il appelle le « type de Syros » représenterait l'ancêtre du vaisseau long. Il se caractérise par une asymétrie des extrémités avec la proue qui se termine, à sa base, par une projection de la quille évoquant un éperon mais plus vraisemblablement destiné à favoriser l'échouage des navires ainsi qu'une meilleure tenue en mer, et avec la poupe qui se caractérise par la présence d'une haute hampe ornée d'un poisson, formant avec la coque un angle obtus et destinée, selon L. Basch, à faire venir le navire au vent. Cette asymétrie indique ainsi qu'il s'agit d'un type de navire représentant le produit d'une longue évolution, et non d'un navire "primitif". Preuve également qu'il s'agirait ainsi d'un type de navire évolué, L.

[179] **Basch 1987**, p. 70-71.
[180] Cf. **Hornell 1970**, p. 133-148.
[181] **Basch 1987**, p. 80-89 ; **McGrail 2001**, p. 109-110.

Basch interprète également la série de traits verticaux incisés dans la coque du navire n°5122 (fig. 62i et 62j) comme des couples représentés « en transparence ». Les traits parallèles représentés de chaque côté des coques correspondraient par ailleurs, selon lui, aux pagaies au moyen desquelles étaient propulsés les navires tandis que les petits triangles dessinés au-dessus des plats-bords des deux navires incisés sur le poêlons n°5135 figureraient les visages des membres de l'équipage (fig. 62g et 62 h). Concernant la structure des coques représentées, celle-ci paraît avoir été construite autour d'une quille, ce dont témoigne l'éperon qui la prolonge vers l'avant. Le « type de Syros » correspondrait par conséquent à un navire fait de planches assemblées, L. Basch proposant d'y voir un assemblage au moyen de ligatures. Il interprète en effet le ruban courant en zigzag le long de coques de certains navires comme la représentation simplifiée d'une ligature (fig. 62g et 62h). S. McGrail suppose également qu'il pourrait s'agir de la représentation d'un bordé assemblé au moyen de ligatures.

L'interprétation de L. Basch selon laquelle les planches de ces navires auraient été assemblées au moyen de ligatures repose en définitive sur peu d'éléments, à savoir des bandes en zigzag représentées seulement sur certains de ces navires et qui pourraient tout aussi bien être des motifs à caractère purement décoratif. Néanmoins, dans la mesure où il s'agit d'embarcations évoluées, de type bateaux de planches assemblées, et qu'il apparaît que la ligature représente une des plus anciennes techniques d'assemblage pour lier les planches de bordé entre elles (cf. *supra* Introduction), on peut admettre, à titre d'hypothèse, que l'interprétation de Basch est probable. Les navires longs, étroits et effilés représentés sur les poêlons de Syros pourraient ainsi correspondre à des types de navires évolués faits de planches qui seraient assemblées par des ligatures et propulsés au moyen de pagaies dont le système architectural, avec une quille se prolongeant vers l'avant en forme d'éperon et une hampe arrière, serait parfaitement adapté à l'espace de navigation de la mer Égée caractérisée par des brusques et violentes tempêtes accompagnées de lames courtes et hautes. Le trafic maritime en mer Égée étant attesté au moins dès le VII^{ème} millénaire av. notre ère, il n'est pas étonnant d'être confronté à un type de navire aussi évolué au III^{ème} millénaire[182]. Des témoignages, relatifs au « type de Syros », sont également attestés en Crète, en Béotie et dans les Cyclades, soit dans l'ensemble de la mer Égée[183]. Les poêlons de Syros témoigneraient par conséquent de l'existence de bateaux cousus d'un type fort répandu en mer Égée au III^{ème} millénaire av. notre ère et représentant probablement l'aboutissement d'une longue évolution nautique à partir de pirogues monoxyles pures.

[182] Les découvertes d'obsidienne à Syros confirment en effet l'intensité du trafic maritime en Égée dès le VII^{ème} millénaire av. notre ère. (cf. **Basch 1987**, p. 76).
[183] **Basch 1987**, p. 83.

III. Les sources iconographiques pour la Méditerranée de l'Âge du Fer

Pour l'Âge du Fer, M. Bonino a proposé de reconnaître, parmi les nombreuses figures votives en bronze fabriquées en Sardaigne du X^e^ au VII^e^ s. av. J.-C. et représentant des bateaux à fonds plats et à fonds arrondis, des bateaux cousus stylisés[184]. Les modèles, et notamment le modèle provenant de la tombe de Vetulonia, présentent ainsi un assemblage de la figure de proue – ou *akrostolion* – représentant toujours une tête de cerf à la ramure plus ou moins développée, avec l'extrémité de l'étrave au moyen de ligatures externes (fig. 63 et 64a). S'appuyant également sur le modèle d'Oliena, il interprète les "bourrelets" représentant la première et la dernière virure des flancs comme des virures plus épaisses que les autres assemblées au fond plat et aux virures adjacentes au moyen de ligatures (fig. 65). Les "bourrelets" représenteraient ainsi les ligatures apparentes, tandis que le reste de la coque serait également assemblé au moyen de ligatures, en sparte, mais qui ne seraient pas représentées car il s'agirait de ligatures internes, ne ressortant pas sur l'extérieur de la coque[185]. À partir de là, il restitue également, pour le modèle de Vetulonia, un modèle de bateau cousu avec un assemblage des virures entre elles à franc-bord au moyen de ligatures passées au travers de canaux obliques percés sur les bords des planches (fig. 64b). À l'évidence, M. Bonino s'appuie sur la découverte des épaves grecques archaïques de Bon Porté et de Giglio (cf. *infra* les sources archéologiques, p. 155 et 147) pour proposer ces restitutions tandis que l'évocation du sparte, pour la réalisation des ligatures, doit être inspirée de la lecture des textes antiques (cf. *supra* les sources écrites)[186].

Même si l'hypothèse de bateaux cousus en Sardaigne aux débuts de l'Âge du Fer est tout à fait plausible, l'argumentation de M. Bonino, pour étayer son raisonnement, est assez ténue et repose finalement, comme pour l'interprétation des poêlons de Syros en tant que bateaux cousus, sur bien peu d'éléments. S'il est en effet exact que les pièces constitutives de la proue des modèles sont bien liées entre elles au moyen d'une ligature externe, il s'agit néanmoins plus d'un renfort de cette partie du navire au moyen d'une corde que d'un véritable assemblage des pièces constitutives de la proue au moyen de ligatures. De même, on peut voir dans les "bourrelets" du modèle d'Oliena, qui n'apparaissent sur aucun des autres modèles en bronze, une représentation purement décorative de la part de l'artiste. Les arguments en faveur de la représentation de bateaux cousus sont donc faibles et S. McGrail rejette d'ailleurs totalement cette hypothèse[187]. Néanmoins, comme pour les poêlons de Syros, on peut considérer que ces modèles représentent des types de navires évolués probablement constitués de planches assemblées et qu'à ce titre, on peut présumer de l'emploi de

[184] **Bonino 1985**, p. 88-89 ; **1995**, p. 83-86.
[185] **Bonino 1995**, p. 84.
[186] **Bonino 1995**, p. 84.
[187] **McGrail 2001**, p. 139.

l'assemblage par ligatures. Les "bourrelets", comme sur les dessins des *masulas* de la côte orientale de l'Inde[188], seraient ainsi des représentations conventionnelles d'un système d'assemblage par ligatures de type longitudinal courant d'une extrémité à l'autre de la coque.

[188] Cf. **Kentley 1985**, fig. 19.9, p. 314.

IV. Conclusions sur l'apport des sources iconographiques

Pour conclure ce chapitre sur les sources iconographiques, on retiendra que l'Égypte ancienne fournit, notamment pour l'époque prédynastique, de nombreuses représentations d'embarcations en papyrus correspondant au premier type de flotteur utilisé, vraisemblablement dès le Néolithique, et dont semble découler les premiers bateaux égyptiens faits de planches assemblées au moyen de ligatures. Cette abondance iconographique a notamment permis à Ch. Boreux de réaliser une étude précise et détaillée de ce type d'embarcation primitive concernant sa construction, sa forme, son utilisation, ses moyens de propulsion *etc*.… En revanche, pour ce qui est des bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures, on ne dispose que de deux représentations datées de la IV^{e} et de la V^{e} dynastie (vers 2620-2350) et illustrant la construction d'un de ces bateaux, tandis qu'une troisième représentation, datée de la V^{e} dynastie, pourrait probablement figurer la première phase de construction d'un navire assemblé à la fois par tenons et mortaises et à la fois par ligatures. Les sources iconographiques sont également peu abondantes pour ce qui est de la Méditerranée. Seules les quelques modèles en terre cuite provenant de l'île de Chypre et de l'île Syros ainsi que les modèles en bronze provenant de Sardaigne témoigneraient, peut-être, de l'existence d'embarcations de peaux cousues, type coracle et curragh, à Chypre au III^{ème} et au II^{ème} millénaires av. notre ère ainsi que de l'existence de bateaux faits de planches assemblées au moyen de ligatures en mer Égée au III^{ème} millénaire av. notre ère et en Méditerranée occidentale à l'Âge du Fer.

En définitive, les sources iconographiques, si elles ne nous apportent, excepté pour l'Égypte ancienne, aucune information précise sur les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures, attesteraient en revanche de l'existence de types d'embarcation ou de bateaux cousus particuliers en Méditerranée orientale et en Méditerranée occidentale pour des périodes – l'Âge du Bronze et l'Âge du Fer – pour lesquelles nous ne disposons d'aucun vestige archéologique de coques présentant des assemblages par ligatures[189].

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude des sources iconographiques :

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

[189] Les deux fragments de coque mis au jour en Méditerranée orientale pour l'Âge du Bronze, l'un sur l'épave d'Ulu Burun (Turquie, 1300 av. J.-C.) et l'autre sur l'épave *Cape Gelidonya* (Turquie, 1200 av. J.-C.) présentent en effet des assemblages par tenons et mortaises chevillés (cf. **Steffy 1994**, p. 36-37 ; **Bass 1999**).

BONINO M.

1985, Sewn boats in Italy : *sutiles naves* and barche cucite, dans *Sewn Plank Boats*, p. 88-89.

1995, Sardinian, Villanovan and Etruscan craft between 10th and 7th centuries BC from bronze and clay models, dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 83-86.

BOREUX CH.

1925, *Études de nautique égyptienne. L'art de la navigation en Égypte jusqu'à la fin de l'ancien Empire*, Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie Orientale, tome cinquantième, Le Caire.

MCGRAIL S.

2001, *Boats of the world. From the Stone Age to Medieval Times*, Oxford University Press, New York.

POMEY P. (DIR.)

1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Édisud, Aix-en-Provence, p. 60-61.

SERVIN A.

1948, Constructions navales égyptiennes. Les barques de Papyrus, *ASAE,* 48, p. 55-88.

STEFFY J. R.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station.

WACHSMANN S.

1998, *Seagoing Ships & Seamanship in the Bronze Age Levant*, Texas A & M University Press, College Station, Chatham Publishing, Londres.

WARD C.

2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie, p. 11.

I. Le bateau de la fosse n°10 d'Abydos (Haute Égypte, vers 3000 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

Abydos se situe en Haute Égypte (fig. 38), à plus de 11 km à l'ouest du Nil, dans le désert. Au début de l'époque archaïque (I^re^ et II^e^ Dynastie), c'était le plus important lieu de sépulture royale du pays avec notamment le monument funéraire de Khâsekhemouy, dernier pharaon de la II^e^ Dynastie (vers 2700). C'est au cours d'une mission, conduite en 1991 par des archéologues de l'Université de Pennsylvanie et de l'Université de Yale sur ce monument funéraire[190], que ce que l'on appelle communément « la flotte d'Abydos » a été découverte. Ce sont en fait douze structures basses constituées de briques crues, certaines étant encore recouvertes de plâtre, qui ont été mises au jour à l'extérieur – du côté est – de l'enceinte funéraire. Ces structures, dont aucune n'est strictement semblable à une autre, sont longues et étroites (L : 19-26 m × l : inf. à 3 m) avec des extrémités en forme de demi-cercle (fig. 66a). Elles sont disposées selon un alignement approximatif qui semble inhabituel dans une zone remplie d'enceintes funéraires géométriquement précises. Ces structures ont été rapidement identifiées comme étant des fosses à bateaux. Une première expertise, effectuée l'année même de la découverte, a confirmé cette identification.

B. Datation des fosses à bateaux

Les bateaux d'Abydos ont été datés des environs de 3000 av. J.-C.[191], ce qui signifie qu'ils ont été placés dans leurs fosses bien avant la construction du monument funéraire de Khâsekhemouy. Ces bateaux sont donc peut-être à rapprocher de Âha, roi d'Égypte de la I^re^ Dynastie (vers 3100-2900).

[190] Mission conduite sous la direction de David O'Connor (Professeur d'Archéologie et d'Art égyptien à l'Institut des Beaux-Arts de l'Université de New York, Conservateur et Chercheur associé au Musée de l'Université de Pennsylvanie).

[191] Datation établie par stratigraphie relative avec le site de Khâsekhemouy, et également établie sur la base de poteries retrouvées en association avec les fosses. Enfin, des prélèvements ont été effectués directement sur le bateau de la fosse n°10 pour une analyse au C^14^ mais les résultats n'ont pas encore été publiés.

C. Expertise, fouille et étude

L'expertise, réalisée sur la structure n°10, a permis aux archéologues, dans un premier temps, de restituer la méthode utilisée pour construire les fosses à bateaux (fig. 66b). Des tranchées de 10 à 25 cm de profondeur ont été creusées dans le substrat et ont été tapissées par un enduit de boue. Après avoir installé les bateaux sur cet enduit, les ouvriers ont ensuite construits progressivement des "murs" en briques de terre crue incurvées autour et à l'intérieur de chaque coque (sur 5 couches). Ces "murs" ont également été couverts du même enduit. Finalement, l'ensemble de la structure, une fois achevée, à été blanchi à la chaux[192].

Dans un second temps, la coupe réalisée a permis de mettre au jour le profil d'une coque à fond plat, sans quille, et aux flancs inclinés qui reposait dans le fond de la fosse selon une orientation Nord-Est Sud-Ouest (fig. 66b). Les virures les plus hautes correspondaient aux virures de plat-bord. Il ne s'agissait donc pas uniquement d'un fond de carène mais bien d'une coque avec ses parties hautes conservées. Au niveau de cette coupe, le bateau inhumé dans la plus large des fosses, mesurait 1,47 m de large aux points les plus hauts et 41 cm de large au niveau du fond pour une profondeur de 41 cm. Il ne s'agissait donc pas, non plus, de modèles de bateaux, comme il est fréquent d'en rencontrer dans les inhumations royales de l'ancienne Égypte[193], mais bien de bateaux grandeur réelle qui avaient été inhumés dans ces fosses. La présence en nombre de véritables bateaux conservés reste sans précédent en Égypte ancienne et fait de ce gisement un site exceptionnel.

À la suite de cette expertise, un programme, intitulé *"Abydos boats project"* a été élaboré, toujours sous la direction de D. O'Connor, assisté de Mattew Adams[194] avec les Universités de Pennsylvanie, de Yale ainsi que l'Université de New York afin de fouiller et d'étudier cet ensemble de fosses à bateau.

À ce jour, seule une première campagne de fouille, en mai-juin 2000, a été effectuée. Au cours de cette mission, une partie du bateau de la fosse n°10, expertisé en 1991, a été fouillée en même temps que les onze autres fosses à bateau faisaient l'objet d'une expertise dans le but de désigner la prochaine fosse à fouiller en 2003. A cette occasion, deux autres structures ont été découvertes, portant le nombre de fosses à bateau à quatorze.
Cheryl Ward, spécialiste d'archéologie navale de l'Égypte ancienne, a participé à cette fouille en qualité d'experte et elle est responsable de l'étude architecturale des bateaux d'Abydos.

[192] **Ward 2000**, p. 41.
[193] Autour de la base de la pyramide de la reine Neit (VI^{e} Dynastie), à Saqqara, une "flottille" de seize bateaux enterrés a également été mise au jour. Il ne s'agissait en effet pas de bateaux grandeur réelle, mais de modèles d'env. 70 cm de longueur (cf. **Poujade 1948**, p. 208 ; **Ward 2000**, p. 39).
[194] Mattew Adams est chercheur associé, dans la section "égyptologie", au Musée de l'Université de Pennsylvanie et à l'Institut des Beaux-Arts de l'Université de New York.

C'est donc sur ses publications que je m'appuierai pour présenter le bateau de la fosse n°10 d'Abydos[195].

D. Le bateau de la fosse n°10 d'Abydos

À partir de la coupe effectuée en 1991, une longueur de 2,60 m comprenant le fond du bateau et le bordé des flancs, a été dégagée à partir de l'extrémité est (fig. 66c).

1. État de conservation

En dépit de la présence de marques d'intrusions dans l'inhumation qui ont détruit une partie de la coque[196], des portions significatives du bordé ont été conservées. La zone fouillée comprend ainsi des virures de chaque flanc et le fond de la coque (fig. 66d). Les briques qui supportaient les flancs du bateau se sont cependant écroulées en plusieurs endroits et les bordés, à ce niveau, ont ainsi épousé la forme des briques qui se trouvaient en dessous.

L'état de conservation des bordages varie du "passable" au "médiocre". La plupart de ces pièces sont en effet érodées au niveau de la surface. Les bordages de la moitié sud sont ceux qui ont le mieux traversé les millénaires ; en revanche, ceux situés dans la moitié nord ont subi l'action combinée des insectes et de l'érosion qui ont détruit environ 60 à 80% de leur volume original.

Une fine couche végétale, de ce qui semblait être une natte en roseaux, a par ailleurs été découverte entre la face interne de la coque et les briques (fig. 66b). La natte, qui semble avoir eu une épaisseur originelle de 3 cm, a souffert d'une dégradation importante en raison de l'action des insectes et a presque entièrement disparu.

2. Présentation architecturale

En ce qui concerne l'architecture du navire, la zone fouillée comprend 5 virures de fond (cf. sur fig. 66d : **B1** formée de B1/1 (à l'est) et B1/2 (à l'ouest) ; **B2** formée de B2/1 et B2/2 ; **B3** formée de B3/1 et B3/2 ; **B4** qui n'a pas été conservée et **B5**) et 6 virures pour les flancs (2 pour le côté N.O. : **N1** et **N2** ; 4 pour le côté S.E. : **S1**, **S2** formée de S2/1 et S2/2, **S3** et **S4**). Aucune membrure ou barrot n'a été utilisé dans cette portion de coque dégagée. Certains des autres bateaux, dans leur fosse, apparaissent par ailleurs comme "tordus" ou "de

[195] Cf. **Ward 2000** et **2003**.
[196] Ces "intrusions" correspondent à des trous effectués à l'époque hellénistique pour y enterrer des ibis momifiés (information communiquée par M. Abd El-Maguid, inspecteur au département d'archéologie sous-marine d'Égypte).

travers", ce qui confirme vraisemblablement l'absence de structure interne pour ces bateaux[197].

Certains des bordages dégagés ont conservé leur épaisseur originale de 6 cm[198]. Ceux moins bien conservés semblaient également présenter cette même épaisseur constante de 6 cm. Le bordage le plus large (B3/2) mesure 1,70 m de long (conservé) et présente une largeur maximale de 19 cm. Les cans des bordages sont légèrement biais et présentent, creusés à mi-épaisseur, des mortaises, ou plutôt des canaux, qui ressortent sur la face interne des bordages, au niveau de leur ligne centrale. Selon sa localisation sur le bordage (bord interne ou externe ; milieu ou extrémité du bordage), le canal peut se présenter sous la forme d'un L ouvert (avec un angle de 55-60°) ou sous la forme d'un creusement simple, en biais (fig. 66e). Ces canaux présentent une longueur de 7-8 cm, pour une largeur de 1,7-2 cm[199], et paraissent peu espacés entre eux (fig. 66d). Ces canaux étaient destinés au passage de ligatures qui assemblaient les virures entre elles et qui n'ont été conservées qu'en deux endroits. Ces vestiges montrent qu'il s'agissait de fibres végétales, dont la nature n'a pas été identifiée, tissées entre elles pour former ce que l'on peut véritablement qualifier de "sangle" d'une largeur d'environ 7,5 cm. Aucun autre assemblage – tenon, gournable ou cheville – n'a été enregistré.

Bien qu'assemblés à franc-bord, les cans des virures, d'après C. Ward, ne se touchaient pas et étaient séparés par un matériau intermédiaire qui n'a pas été conservé. Des empreintes laissées dans les briques crues attestent néanmoins qu'il s'agissait probablement de liasses de roseaux. Si ce type de matériau se trouvait effectivement mis en place entre les cans des virures, la question d'un éventuel calfatage ou lutage se pose alors. La première de ces techniques consiste à remplir les joints des bordages avec des cordons d'étoupe ou autre matière semblable afin de leur faire occuper tous les vides et fermer tout accès à l'eau ; le matériau utilisé est chassé ou enfoncé avec force entre les bordages. La seconde technique, consiste également à assurer l'étanchéité d'un bordé, mais cette fois-ci en posant le matériau d'étanchéité, généralement de nature végétale, entre les joints des bordages avant leur assemblage[200]. Le calfatage est une technique particulière surtout employée dans la construction navale romano-celtique du début de notre ère, pour laquelle les bordages ne présentent pas de liaisons directes entre eux[201], et nous n'en connaissons aucun exemple pour la construction navale antique méditerranéenne et égyptienne. En revanche, le lutage paraît davantage convenir à des bateaux dont les bordages sont assemblés entre eux et on en retrouve notamment des exemples sur l'épave de la place Tolozan, découverte à Lyon, ainsi que sur l'épave du pont antique de Châlons-sur-Saône, toutes deux correspondant à des

[197] **Pierce 2000**, p. 3.
[198] **Ward 2003**, p. 20.
[199] Ces dimensions correspondent approximativement, pour la longueur, à l'équivalent d'une ancienne paume égyptienne, c'est-à-dire à quatre doigts et, pour la largeur, à l'équivalent d'un pouce égyptien.
[200] Voir pour le calfatage et le lutage **Arnold 1992 b**, p. 86-87.
[201] Cf. **Arnold 1998**, p. 74.

monoxyles assemblés datés du I^er s. apr. J.-C.[202]. Si la technique du lutage a bien été employée pour assurer l'étanchéité du bateau d'Abydos, cela montrerait alors l'ancienneté d'une pratique utilisée par les constructeurs navals de l' Égypte ancienne. Des traces de lattes en bois ont par ailleurs été retrouvées en relation avec la coque. Il s'agit sans doute des mêmes types de lattes que celles retrouvées sur le navire de Chéops et qui étaient placées sur les joints de virures avant l'assemblage des pièces entre elles au moyen de ligatures[203]. Ces lattes avaient pour fonction principale de maintenir en place le matériau d'étanchéité, confirmant ainsi le recours au lutage pour la mise en place des liasses de roseaux. Elles assuraient par ailleurs un meilleur serrage des liens en même temps qu'elles permettaient de réduire l'angle de cisaillement des ligatures au niveau de chacun de leurs passages.

La découverte de résidus de pigments jaunes sur les faces externes des virures permet de penser que le bateau était sans doute peint.

3. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du bateau de la fosse n°10 d'Abydos

Le type architectural du bateau de la fosse n°10 d'Abydos se définit par une coque dépourvue de quille mais doté d'un fond plat, composé de cinq virures, avec un passage du fond aux flancs par bouchains vifs, selon un angle de 140° (fig. 66f). Le bordé est composé de bordages aux formes complexes assemblés à franc-bord par un système de ligatures, qui sont de véritables "sangles", passées transversalement au travers de mortaises percées dans l'épaisseur des bordés et qui ne ressortent pas sur l'extérieur. Aucun renfort transversal, type membrure ou barrot, n'est présent dans la coque. Ce qui pose la question de la tenue du bateau dans son plan transversal et à laquelle, en l'absence d'une fouille complète d'un des bateaux d'Abydos, il est pour le moment impossible de répondre. En dépit d'éléments plus probants, il semble néanmoins vraisemblable que le système architectural de cette embarcation, élaborée autour du bordé, relève d'une conception longitudinale sur bordé[204].

4. Type du navire, espace de navigation et usage du bateau de la fosse n°10 d'Abydos

À partir des mesures prises d'un bout à l'autre de la coque dégagée, C. Ward restitue par ailleurs un profil de coque symétrique aux extrémités très pincées sans distinction de l'avant et de l'arrière de l'embarcation (fig. 66g). La longueur supposée de cette coque est de 22 m pour une largeur d'environ 3 m et pour une hauteur conservée de 41 cm. Le coefficient d'allongement de cette coque, de 7,33, est donc particulièrement élevé ; de même que le

[202] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 163 de leur manuscrit.
[203] Cf. *infra* le navire de Chéops, p. 104.
[204] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

coefficient de hauteur, de 7,31, est exceptionnel[205]. La singularité de ces chiffres, particulièrement importants, est en réalité liée à l'utilisation particulière de cette embarcation qui n'était assurément pas destinée au transport mais au déplacement, assuré au moyen de pagaies. Le tirant d'eau en charge du bateau, correspondant au nombre de pagayeurs que C. Ward estime à 30 personnes, a d'ailleurs été évalué à 30 cm. En relation avec la propulsion du bateau au moyen de pagaies, les vestiges d'une natte ont par ailleurs été retrouvés sur le fond de l'embarcation ; ils correspondent vraisemblablement à une protection couramment utilisée par les pagayeurs installés en position à genou dans le fond de l'embarcation (cf. *supra* les sources iconographiques, et cf. fig. 53).

Le bateau de la fosse n°10 d'Abydos, par sa forme longue, étroite et basse sur l'eau, ainsi que par son mode de propulsion, rappelle ainsi les pirogues monoxyles des eaux intérieures, mais l'usage de ligatures transversales, qui participent directement à la conception du système architectural, semble renvoyer plus directement, selon P. Pomey et É. Rieth, aux embarcations nilotiques papyriformes de l'Égypte ancienne formées de bottes de papyrus liées également par des ligatures transversales[206]. Comme ces dernières, le bateau d'Abydos est également une embarcation d'eaux intérieures dont l'espace de navigation est bien sûr le Nil qui se trouvait à 11 km de l'endroit où les bateaux d'Abydos ont été inhumés. Cependant, étant donné le contexte cérémonial de l'inhumation[207] – sans pour autant être spécifiquement associés au corps d'un souverain défunt – on peut se demander si ces bateaux ont navigué avant d'être inhumés ou s'ils ont été construits dans le seul but d'être enterrés, et donc sans avoir jamais navigué, dans un contexte particulier qui reste pour le moment indéterminé. Cette dernière possibilité permettrait ainsi d'expliquer l'absence de toute structure interne.

E. Conclusion

Qu'il ait navigué ou non, le bateau de la fosse n°10 d'Abydos est sans aucun doute représentatif du degré de technologie mis en œuvre par les constructeurs navals de l'Égypte ancienne pour le plus ancien bateau de planches assemblées connu jusqu'à présent et qui laisse supposer un savoir-faire encore bien plus ancien. Cependant, bien des questions sur sa construction restent encore en suspens, notamment concernant sa structure et la technique de lutage mise en œuvre pour assurer l'étanchéité du bordé.

La fouille d'une coque entière de bateau, conservée dans une autre fosse, devait être effectuée dans ce but mais, en 2003, aucune fouille n'a eu lieu comme il était prévu et le programme est interrompu depuis la dernière campagne du printemps 2000.

---

[205] **Ward 2003**, p. 21.
[206] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132 de leur manuscrit.
[207] La découverte d'environ trente poteries, datées du début de la Dynastie, déposées autour des fosses suggèrent notamment que les bateaux faisaient l'objet d'un culte (cf. **Ward 2000**, p. 41).

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale du bateau de la fosse n°10 d'Abydos :

PIERCE R.

2000, After 5000 year voyage, world's oldest built boats deliver, Internet http://www.abc.se/~m10354/mar/abydos.htm (article remis à jour en 2003).

WARD C.

2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie.

2003, Sewn Planked Boats from Early Dynastic Abydos, Egypt, dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 19-23.

II. La barque royale de Chéops : *Chéops 1* (Basse Égypte, vers 2650 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

En 1954, deux grandes fosses de 32 m de longueur sur 2,60 m de largeur et scellées sous un amoncellement de 83 énormes blocs de calcaire ont été découvertes à proximité de la grande pyramide de Gizeh, en Basse Égypte (fig. 38) par une équipe d'archéologues égyptiens. Creusées dans les soubassements calcaires du plateau de Gizeh, les deux tombes faisaient partie du complexe funéraire de la Grande Pyramide construite par le roi Chéops aux environs de la première moitié du III^{ème} millénaire av. notre ère.

Les deux fosses contenaient chacune les éléments démontés d'un navire. Seul le navire enterré dans la première des fosses a fait l'objet d'une fouille et d'une étude détaillée. Il est appelé *Chéops 1*. Ce navire, lors de l'ouverture de la fosse, se présentaient sous forme de pièces détachées – 1224 au total – soigneusement disposées en treize couches superposées[208] (fig. 67a).

B. Datation

Identifié comme une barque funéraire associée à l'inhumation du pharaon Chéops, le navire *Chéops 1* a été daté aux alentours de 2650 av. J.-C. [209].

C. État de conservation

Lors de l'ouverture de la fosse, les éléments du navire démantelé étaient quasiment intacts. Il est probable que cet excellent état de conservation soit lié aux températures constantes, inférieures à 15,5°, dans lesquelles étaient maintenu le navire dans la fosse. Par ailleurs, une hygrométrie relativement faible et surtout constante aurait permis de préserver les bois du navire de l'humidité, et donc de la moisissure[210].

D. Remontage et étude

[208] **Jenkins 1983**, p. 8 et 9.
[209] **Steffy 1994**, p. 23.
[210] **Lipke 1985**, p. 21.

Étant donné l'intérêt de cette découverte, l'Institut de Technologie du Massachusetts a mis en place un programme de recherche dans le but d'étudier le navire et de le remonter entièrement. Hag Ahmed Youssef Moustafa a été nommé directeur du projet. Restaurateur en chef du département égyptien des Antiquités, il se consacra durant vingt-cinq années à l'étude du navire de Chéops, dont seize passées au remontage des éléments afin de resituer le navire d'origine qui mesurait 43,63 m de longueur.

Les éléments du navire, exclusivement confectionnés en cèdre, avaient été disposés dans la fosse rationnellement, de façon à ce qu'ils se maintiennent les uns les autres, mais également organisés de manière à indiquer leur position dans le navire et leur orientation (la proue étant disposée à l'extrémité ouest de la fosse et la poupe, à l'extrémité est[211]). Les pièces étaient par ailleurs empilées de manière très ordonnée, ce qui laisse penser que ceux qui ont stocké le navire en pièces détachées étaient intimement familiers de sa construction. La première couche, à partir du haut, comportait des nattes tissées ainsi que des cordages. La plupart des cordages découverts étaient constitués de trois brins en *Desmostachya Bipinnata*, improprement appelé alfa (cf. *infra*, 3ème partie, p. 574), avec différents diamètres de 1, 1,5 et 2 cm. Les couches suivantes contenaient les œuvres mortes du navire : la couverture et les côtés d'une cabine (au total 23 panneaux d'une cabine en préfabriquée), les piliers d'un baldaquin ornés chacun d'un bourgeon de papyrus (58) et des rames (22). En dessous, se trouvaient, dans l'ordre, le pont (comportant 22 sections), les barrots de pont (62), trois longues pièces longitudinales, le bordé et le fond du navire (constitués au total de 30 virures). Avec le fond, ont été découverts des membrures (16), des épontilles (36) et ce qui semble être un grand épissoire en bois. Enfin, la dernière couche comportait deux paniers de cordage neuf, c'est-à-dire sans trace de nœuds ou d'usures apparentes et 65 "fagots" d'environ 300 lattes en bois – ou baguettes – tenues ensemble par un lusin, c'est-à-dire un petit cordage fait de deux fils entrelacés. Enfin, dans un coin de la fosse, treize cordages noués, également en *Desmostachya Bipinnata*, ont été enregistrés[212] (fig. 67b).

En plus d'avoir été soigneusement et rigoureusement rangées et empilées, de nombreuses pièces en bois du bateau avaient été marquées par des signes – 1131 au total – pour indiquer leur position dans le bateau et ainsi aider à leur remontage[213]. Ces signes ne doivent pas être confondus avec toute une série d'autres signes retrouvés et correspondant à des marques de charpentier destinées à guider la construction du bateau. Ces marques de charpentier n'ont malheureusement jamais été étudiées, ni même publiées[214].

[211] **Jenkins 1983**, p. 69.
[212] Pour le stockage des pièces, cf. **Lipke 1985**, p. 21 et pour le dénombrement des différents éléments, cf. **Ward 2000**, p. 47.
[213] **Jenkins 1983**, p. 70.
[214] **Lipke 1985**, p. 25.

En fonction de tous ces indices, le remontage du bateau a donc suivi une méthodologie très ordonnée et s'est articulé en quatre étapes progressives et complexes. Cette méthodologie reposait notamment sur des prises de mesures très précises de chaque pièce, sur des milliers de croquis hypothétiques et sur des expérimentations effectuées sur des modèles d'étude à l'échelle 1/10^{e}. Finalement, pour remonter la barque royale, de nombreuses pièces de soutènement, ainsi que des gabarits ont été utilisés afin de soulager la remise en forme des pièces vieilles de plus de 4000 ans.

La première étape de la reconstruction a été de remonter le bordé qui comprenait trois virures de fond, constituées de huit bordages, et cinq virures sur chaque côté de la coque, constituées de onze bordages chacun. Aux extrémités venaient s'emboîter les pièces d'étrave et d'étambot s'achevant en forme de papyrus et encadrées chacune de chaque côté par deux petites pièces latérales (fig. 67c).

Au cours de la deuxième étape, le pont et les superstructures ont été montés à part tandis qu'une solution pour ajuster les barrots était développée. Au cours de cette phase, l'agencement de la cabine et du baldaquin était mis au point séparément, toujours avec le même procédé de mesures et de croquis. A l'issus de cette deuxième étape, aucun essai pour mettre en place ces unités sur le pont n'a été effectué.

La troisième étape a consisté à mettre en place les barrots de pont.

Le pont et les superstructures ont ensuite été intégrés dans une quatrième étape, formant des unités pleinement intégrées à la structure d'ensemble[215].

Une dernière et ultime étape a consisté à démonter le navire pour le ré-assembler dans le musée où il est actuellement exposé depuis 1970. Ce musée, qui abrite également le grand tombeau du pharaon Chéops, a été édifié juste au sud de la Grande Pyramide, à l'endroit même de la fosse, aujourd'hui comblée, dans laquelle le bateau fut découvert[216].

Le remontage de ce gigantesque puzzle restitue ainsi une coque de grande dimension : 43,63 m de long pour une largeur au maître-bau de 5,66 m et une profondeur au milieu du navire de 1,78 m. Le poids de la coque, essentiellement réalisée dans du bois de cèdre, est estimé à 38,5 tonnes. Son tirant d'eau maximum a été calculé à 1,48 m et son déplacement en lourd serait d'environ 45 tonnes (fig. 67d et 67e).

Concernant les aménagements, une cabine de 9 m de long et haute de 2,50 m, qui comprend une antichambre et une pièce principale et dont le toit est soutenu par des petites colonnes en bois, se trouve vers l'arrière du navire. Vers l'avant se trouvait une sorte de petit baldaquin qui devait servir d'abri contre le soleil.

[215] Pour un descriptif plus détaillé de toutes les étapes du remontage, cf. **Lipke 1985**, p. 23.
[216] Pour plus de détails sur le musée et les conditions d'exposition du navire, cf. **Kadry 1986**.

Enfin, dix paires de rames étaient disposées de part et d'autre de la coque dont la longueur variait de 6,50 m à presque 8,50 m ainsi qu'une paire supplémentaire de rames-gouvernails, chacune mesurant un peu plus de 6,50 m, disposée à l'arrière du navire[217].

Grâce au processus de remontage et aux relevés réalisés par la suite sur la coque (cf. notamment fig. 67f), une grande partie de la construction de la barque royale de Chéops a pu être comprise. Une succession des étapes de la construction de la barque de Chéops a été proposée par P. Lipke (1985) à partir de ses échanges avec H. A. Y. Moustafa, et également à partir de photographies, de dessins et autres enregistrements réalisés sur la coque remontée. Cette analyse a été en grande partie reprise par J. R. Steffy, et de manière plus claire, dans son ouvrage publié en 1994. C. Ward, qui a étudié la construction navale égyptienne dans le cadre de son doctorat, a repris entièrement l'analyse de la construction de la barque de Chéops en amenant et en proposant des pistes de réflexions nouvelles. C'est dans un ouvrage consacré aux bateaux et aux navires de l'Égypte ancienne qu'elle publie son analyse (2000).

C'est en s'appuyant essentiellement sur ces trois publications que je présenterai l'architecture du navire de Chéops.

E. Procédés de construction

Pour décrire les phases et les procédés de construction du navire de Chéops, je reprendrai les sept grandes étapes décrites et ordonnées par J. R. Steffy à partir de l'analyse effectuée par P. Lipke[218]. À l'intérieur de ces grandes étapes, je rajouterai les réflexions récentes avancées par C. Ward dans son étude sur des points bien précis de la construction. Enfin, je prendrai soin de détailler le descriptif technique des différents assemblages utilisés dans la construction pour lier les différents éléments de la coque entre eux. Je me suis pour cela appuyée sur les indications données par P. Lipke et essentiellement C. Ward mais également sur mes propres observations faites à partir des diverses photographies publiées du navire remonté.

Les étapes de la construction du navire de Chéops sont donc les suivantes :

1. Le fond du navire a été assemblé en premier (fig. 67g). Il consiste en trois virures, d'un type un peu particulier, qui ne courent pas d'un bout à l'autre du navire. L'ensemble de ces trois virures est en effet formé par un "puzzle" de huit bordages de 13 m de longueur en moyenne et de 12 à 15 cm d'épaisseur, avec deux bordages situés dans la section avant, trois au milieu et trois dans les sections arrières de la coque (fig. 67c). Ces virures de fond

[217] **Jenkins 1983**, p. 79.
[218] **Lipke 1985** repris par **Steffy 1994**, p. 25-26.

constituent ainsi une structure intermédiaire entre ce que les Anglo-saxons nomment *"keel-plank"* (sorte de planche axiale) et le système de sole.

A chaque extrémité du fond se trouvent deux pièces de renfort ; elles font partie d'un groupe de petites pièces utilisées pour assurer la liaison fond-flancs au niveau des extrémités et pour supporter l'étrave et l'étambot.

Plusieurs types d'assemblages ont été utilisés pour lier les bordages entre eux.

- Le premier fait appel à des tenons insérés dans des mortaises creusées dans les cans des planches et non chevillés (fig. 67f). C. Ward dénombre trois différents types d'assemblage par tenons et mortaises, tous non chevillés.

  → Le premier est celui classique du tenon inséré dans une mortaise creusée parallèlement au fil du bois dans le centre du can des bordages (fig. 67j). Ces points d'assemblage, pour lesquels les tenons mesurent L. : 10 × l. : 7 × ép. : 1,5 cm, sont placés à des intervalles de 1 à 1,2 m le long des bordages. Ils avaient vraisemblablement pour fonction, comme le pense Lipke, de tenir en place les bordages dans le bon alignement avant de procéder à leur assemblage réel au moyen de ligatures.

  Les deux autres types d'assemblage par tenons et mortaises sont uniques dans la construction navale antique égyptienne.

  → Le deuxième type, que Ward appelle *« coak »*, est un tenon qui a été inséré dans une mortaise creusée perpendiculairement au can du bordage, c'est-à-dire en travers du fil du bois (fig. 67j). Ces tenons sont deux fois moins larges que les autres tenons de la coque (3,5 cm contre 7 cm). Ce type d'aménagement est théoriquement contraire aux principes de construction car creuser le bois dans le travers de son fil risquerait de l'affaiblir. Dans le cas du navire de Chéops, l'insertion de tenons de 3,5 cm de large dans des bordages qui mesurent de 12 à 15 cm d'épaisseur ne devait cependant pas avoir une grande incidence sur la résistance des bois. Au contraire, ces points d'assemblage qui sont espacés de 2 m, semblent avoir été une autre tentative de la part des constructeurs, d'après C. Ward, pour combattre le mouvement de glissement des longs bordages cousus.

  → Le troisième type d'assemblage par tenons et mortaises se trouve entre des sections de bordages du fond pour les assemblages d'extrémité, ou plus précisément pour l'assemblage des extrémités des bordages de l'avant du navire avec les extrémités des bordages du fond et de même pour l'arrière. Il s'agit de tenons d'aussi petites dimensions que les précédents (10 × 3,5 × 1,5 cm) qui sont insérés dans des mortaises ouvertes sur un can (fig. 67k). Le fait que ces mortaises présentent une lumière sur un des deux bords à assembler, et C. Ward insiste sur l'obligation d'utiliser des mortaises ouvertes sur un can pour ce type d'assemblage[219], est sans doute lié à leur localisation

[219] **Ward 2000**, p. 52.

au niveau des remontées. Ce n'est cependant pas très clair dans le texte de Ward qui pense que ce troisième type était destiné à l'alignement des bordages entre eux dans un plan longitudinal.

Pour terminer avec les assemblages par tenons et mortaises, Lipke pense qu'ils étaient simplement destinés à maintenir les bordages entre eux avant leur assemblage réel au moyen de ligatures végétales. Il ne fait d'ailleurs aucune distinction entre les divers types de tenons mis en œuvre dans le fond de la coque. Ward, au contraire, pense que les tenons, pour lesquels elle distingue trois types différents, s'ils avaient bien une fonction de pré-assemblage et de maintien de l'alignement des bordages, jouaient également un rôle direct d'assemblage. Elle souligne néanmoins l'apparente fragilité de ce système, réparti de manière très espacée dans le fond de la coque.

Sans aucun doute, l'ensemble de ces assemblages par tenons et mortaises, réalisés pour l'essentiel en cèdre, avaient bien une fonction de pré-assemblage et de maintien des bordages en place dans un alignement transversal et/ou longitudinal. En revanche, le fait que ces tenons ne soient pas bloqués par des petites chevilles et soient très largement espacés paraît significatif du fait qu'ils n'étaient pas des éléments d'assemblage. Ils jouaient néanmoins un autre rôle important, une fois la ligature en place, qui était celui d'éviter le cisaillement des ligatures en empêchant tout mouvement longitudinal des bordages les uns contre les autres.

- Le deuxième type d'assemblage pour lier les bordages entre eux fait appel à la ligature. Là encore, on compte plusieurs types d'assemblage par ligatures : deux au total, que Lipke définit comme des types « majeurs » [220].

  → Le premier type « majeur » est représenté par des points d'assemblage par ligatures indépendants qui passent par des canaux percés par groupe de deux ou trois dans l'épaisseur du bordé, à partir de l'intérieur, et qui ne ressortent pas sur l'extérieur. Aucun détail n'est donné sur la forme et l'inclinaison de ces canaux pour lesquels aucune photographie ni dessin n'ont été publiés. Les points d'assemblage sont situés à des endroits stratégiques de la coque : pour le fond, il s'agit essentiellement des extrémités des virures au niveau de leurs assemblages avec les pièces de renfort (fig. 67c). Également, quatre canaux, creusés de chaque côté de la virure centrale ont été disposés par paire avec un écartement de 60 cm, en relation avec le bordage central de la première virure des flancs (fig. 67c). P. Lipke dénombre au total 55 canaux de ce type pour le fond du navire. Leur fonction, d'après lui, était probablement de tenir les virures en place jusqu'à ce que le deuxième type d'assemblage majeur par ligatures puisse être utilisé dans l'ensemble de la coque. C. Ward souligne que la localisation de ces points d'assemblage révèle, selon elle, des points de tension particuliers dans la coque et également un assemblage important et difficile pour les extrémités des virures

[220] **Lipke 1985**, p. 23.

avec les pièces de renfort qui supportaient l'étrave et l'étambot[221]. La preuve que ces points d'assemblage ont bien été placés après les tenons et mortaises découle simplement de l'observation du recouvrement de ces derniers par des points de ligatures[222]. Par ailleurs, C. Ward s'étonne que, si ces points d'assemblage par ligatures étaient destinés à maintenir les bordages ensemble durant la construction, comme le pense Lipke, on n'en trouve quasiment aucun sur les joints de virures situés entre le fond et les premières virures des flancs. Bien au contraire, les constructeurs semblent avoir évité soigneusement de placer ces points d'assemblage à ce niveau précis. Seulement deux paires de ligatures lient effectivement le fond du navire à chaque flanc de la coque au niveau de sa partie centrale. Ce qui maintient en fait le fond aux flancs, ce sont les assemblages par tenons et mortaises.

→ Le deuxième type « majeur » d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de fond, mais également pour la liaison des virures des flancs, ne sera mis en œuvre qu'au cours de la quatrième étape de la construction.

Pour le moment, le fond du navire est donc mis en place et maintenu avec les différents types de tenons insérés dans des mortaises et non chevillés ainsi que par des points d'assemblage par ligatures indépendants placés en des endroits stratégiques de la coque, c'est-à-dire dans des zones de forte tension où dans des zones importantes et délicates à assembler comme les extrémités.

2. Les flancs ont été montés après (fig. 67h). Il y a en tout onze bordages de chaque côté, dont les longueurs varient de 7 à 23 m et les épaisseurs de 12 à 15 cm, et qui constituent chacun plus ou moins cinq virures (fig. 67c). Les virures les plus basses ont été montées en premier et leurs cans, en contact avec les bordages du fond, ont été biseautés afin de s'adapter parfaitement pour un assemblage à franc-bord.

   Chaque bordage des flancs a ensuite été mis en place selon une suite logique, les flancs étant sans doute montés conjointement afin de maintenir l'équilibre mécanique de la structure. Les découpes des cans des bordages, ainsi que de leurs extrémités, ont été particulièrement soignées afin d'assurer un assemblage à franc-bord le plus minutieux possible.

   Comme pour le fond, les bordages des flancs étaient maintenus dans leur alignement par des tenons libres ainsi que par des points d'assemblage par ligatures indépendants. Pour les flancs, P. Lipke a repéré ces points ligaturés sur les bords internes et externes des bordages ainsi que sur leurs extrémités. Il dénombre ainsi 104 de ces points pour le côté tribord et 118 pour le côté bâbord (fig. 67c). C. Ward explique cette dissymétrie dans la répartition des points d'assemblage d'un flanc à l'autre de la coque en avançant que leur

[221] **Ward 2000**, p. 49.
[222] **Ward 2000**, p. 49.

localisation devait dépendre en partie du degré de résistance qu'un bordage offrait à la courbure de la coque.

Avec le fond du navire, cela fait au total 277 canaux destinés au passage de points de ligature indépendants et répartis aux endroits stratégiques de la coque.

3. Au cours d'une troisième étape, les virures de plat-bord ont été mis en place de façon à raidir et à supporter la coque (fig. 67g). Quelques barrots de pont ont également été positionnés de façon stratégique afin de maintenir la coque en forme. Ils sont fixés dans des entailles percées dans l'épaisseur des virures de plat-bord.

4. Dans une quatrième étape, les lattes, retrouvées par centaines dans la fosse, auraient été mises en place le long des joints de virure et ligaturées en certains points par le deuxième type « majeur » d'assemblage par ligatures décrit par Lipke (fig. 67g). Il ne s'agit non plus de points d'assemblage par ligatures indépendants, comme le premier type mais de véritables "bandes" de ligatures passées transversalement d'une virure à une autre. Ces ligatures passent par des canaux obliques creusés à partir du bord des bordages et qui ressortent dans l'épaisseur du can selon un angle de 45° (fig. 67f). Chaque paire de canaux forme ainsi un V caractéristique qui ne traverse pas l'épaisseur du bordé.

   Les membrures, seize varangues en tout, auraient ensuite été taillées de façon à adopter la forme transversale de la coque en fonction de leur positionnement, tous les 2 à 3 m (fig. 67h). C. Ward enregistre deux types de varangues : des varangues longues, dont les extrémités s'arrêtent entre la virure 3 et la virure 4 de chaque flanc ; et des varangues courtes dont les extrémités passent juste le joint de virure entre les virures 1 et 2. Elles mesurent 25 cm de hauteur pour 9 cm de large. Certaines membrures présentent, sur leur face inférieure des entailles rectangulaires : il s'agit de trous d'anguiller. En revanche, toutes les membrures présentent, également sur leur face inférieure, des entailles semi-circulaires : celles-ci sont destinées à laisser le passage libre aux lattes disposées sur les joints de virure. Concernant leur fixation au bordé, C. Ward note simplement qu'elles sont « ligaturées à la coque à travers des mortaises percées à chaque extrémité des varangues »[223] et ne donne pas plus de détail. Or si l'on observe attentivement la photo 3.3 publiée dans Lipke 1985 et mieux encore, la photo 83 publiée dans Jenkins 1980 (fig. 67l), on remarque trois points de fixation : deux aux extrémités des varangues et un au centre. Contrairement aux deux points d'extrémité qui passent dans l'épaisseur de la membrure, celui situé au centre passe transversalement sur le dos de la membrure. Si les "re-constructeurs" ont positionné un point d'assemblage à cet endroit que ne mentionne pas C. Ward, c'est vraisemblablement que des mortaises, creusées dans l'épaisseur du bordé, devaient se trouver à ce niveau pour un point d'assemblage de la membrure au

[223] **Ward 2000**, p. 54.

bordé. Concernant le passage de ces ligatures et de leur blocage, il faut noter que ceux qui ont remonté la coque, sous la direction de H. A. Y. Moustafa, n'ont *a priori* pas essayé de reproduire fidèlement les nœuds retrouvés dans la fosse[224] (fig. 67b). Cependant, sur les treize nœuds retrouvés, quel que soit le type de nœud utilisé pour bloquer un jeu de ligatures, il y a toujours un enroulement des ligatures par une ligature simple qui se détache des autres. Les re-constructeurs se sont donc clairement inspirés des nœuds originaux puisque l'on retrouve ce même type de système dans la restitution. En effet, sur les trois points d'assemblage de la membrure, le système est le même. Visiblement, ce sont 5 ligatures qui sont passées dans l'épaisseur ou sur le dos des membrures d'une face latérale à une autre et qui sont divisées deux par deux pour passer dans les mortaises creusées dans l'épaisseur du bordé. La cinquième ligature vient, de chaque côté de la membrure, s'enrouler le long des quatre autres ligatures afin de les bloquer.

Jusque là, l'essentiel du bordé de la coque a donc été monté bordage après bordage avec un minimum d'assemblage, renforcé transversalement par quelques barrots de pont et la mise en place des varangues[225] (fig. 67h).

C'est seulement après que les virures de bordé auraient été véritablement et complètement assemblées entre elles au moyen des ligatures transversales passant par les canaux en forme de V (fig. 67f). Ces canaux mesurent 7 × 2 cm et sont espacés d'environ 25 cm sur le plan longitudinal et d'environ 10 cm sur le plan transversal. Pour le fond, P. Lipke compte 900 canaux de ce type et environ 1600 répartis sur chaque flanc de la coque (fig. 67m). Ces canaux ne viennent en aucun cas recouper les points d'assemblage par tenons et mortaises. Ils sont néanmoins parfaitement alignés dans le plan transversal et permettent à un ensemble de quatre ou cinq ligatures de courir d'une virure à l'autre à partir de chaque virure de plat-bord (fig. 67f). Au niveau de chaque joint de virure, les ligatures sont passées sur les lattes qui permettent, d'une part, un meilleur serrage des liens et assurent, d'autre part, le maintien en place d'un matériau d'étanchéité. Ce type d'assemblage transversal est appelé de façon très suggestive par les Anglo-saxons *« rail to rail »* et que l'on peut qualifier, en français, de "bandes transversales". Lors de la reconstruction, H. A. Y. Moustafa a calculé que ce sont 5000 miles de ligatures, soit environ 8 km, qui ont été utilisés, pour réaliser l'ensemble des assemblages du navire[226].

5. Dans une cinquième étape, une forte pièce de charpente axiale, considérée par Steffy comme la « colonne vertébrale »[227] du navire, et appelée « poutre centrale » (*central girder*) par Lipke et Steffy et « entremise » par C. Ward (*carling*)[228], a été insérée dans la coque du navire (fig. 67h). Elle court d'un bout à l'autre de la coque, sur 26 m de

[224] **Ward 2000**, p. 54.
[225] **Ward 2000**, p. 48.
[226] **Lipke 1985**, p. 27.
[227] Steffy parle de « *spine* » (cf. **Steffy 1994**, p. 26).
[228] **Lipke 1985**, p. 27 ; **Steffy 1994**, p. 26 ; **Ward 2000**, p. 48.

longueur, et repose sur des épontilles, dont les extrémités ont été taillées en forme de fourche, et dont les bases sont encastrées dans des mortaises pratiquées sur le dos de chaque varangue, en leur milieu (fig. 67f). Cette pièce est également tenue en place par des points de ligature effectués au niveau de chaque épontille. Cette pièce présente par ailleurs une section rectangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure de 26 cm de hauteur pour une largeur de 11 cm et est constituée de deux parties jointes par un écart en « trait de Jupiter ». Comme en anglais, aucun terme précis n'existe dans le vocabulaire traditionnel de l'architecture navale française pour désigner une telle pièce. Sa fonction étant à l'évidence de renforcer longitudinalement la coque, le terme de « poutre centrale de raidissement » sera désormais utilisé ici pour désigner cette pièce.

6. Dans la phase de construction suivante, le reste des barrots de pont (66 en tout) a été mis en place (fig. 67i). Ils viennent s'encastrer dans des entailles percées sur le dos de la poutre centrale de raidissement et sont fixés à leurs extrémités aux virures de plat-bord au moyen de ligatures passant dans des mortaises percées dans l'épaisseur des barrots ainsi que dans des canaux percés dans l'épaisseur des virures de plat-bord selon le même système décrit pour l'assemblage des membrures à leurs extrémités (fig. 67f). Les barrots avant du navire présentent une section carrée de 10 cm de côté, ceux de la partie centrale de la coque présentent une section de 12 cm de côté, et les barrots de la partie arrière ont en moyenne une section carrée de 11 cm de côté.

   Enfin, deux poutres latérales, que C. Ward appelle des « serres » (*stringers*)[229], ont été encastrées à leur tour sur les extrémités des barrots de pont (cf. « c » fig. 67f). Ces deux longues pièces longitudinales, de même section que la poutre centrale de raidissement (26 × 11 cm) sont liées, chacune, à une longue pièce cylindrique placée juste au-dessous des barrots (« f » sur la fig. 67f). Ces éléments cylindriques sont visiblement uniquement destinés à l'assemblage des deux poutres latérales qui est effectué au moyen de ligatures passées dans des mortaises percées transversalement dans leur propre épaisseur et qui viennent s'enrouler, au-dessous des barrots, autour de ces pièces cylindriques. Les poutres latérales avaient vraisemblablement pour fonction de maintenir les barrots en place ainsi que de renforcer la coque sur le plan longitudinal.

   Les barrots de pont devaient donc avoir un rôle particulièrement important dans la coque puisqu'ils étaient bloqués, voire même verrouillés, à la fois par une poutre centrale de raidissement, sur laquelle ils étaient encastrés, et par deux poutres latérales qui venaient s'emboîter sur leur dos. On peut donc penser que c'est véritablement les barrots de pont, et non les membrures-varangues qui jouaient le rôle de renforts transversaux et de maintien de la coque en forme dans ce plan de symétrie.

[229] **Ward 2000**, p. 48.

7. Enfin, l'ultime étape de la construction a consisté à mettre en place les bordés de pont, tenus entre eux par des tenons insérés dans des mortaises, et des superstructures comprenant notamment la cabine et le baldaquin (fig. 67i). Les panneaux latéraux de la cabine présentent notamment des extrémités qui sont passées à travers le pont de façon à pouvoir être ligaturées aux barrots de pont. Cette étape, selon J. R. Steffy, semble avoir été d'une procédure relativement élémentaire. Les douze paires de rames ont enfin été réparties en cinq paires disposées de part et d'autre de la coque et la sixième paire placée à l'arrière du navire comme rames-gouvernails (fig. 67d et 67e).

F. Système et type architectural, principe de construction du navire de Chéops

La construction du navire de Chéops repose entièrement, on l'a vu, sur son bordé qui est monté en premier à partir non pas d'une véritable quille, mais d'une charpente axiale composée de trois virures de fond qui constitue un système intermédiaire entre celui de *keel-plank* et celui de sole. Le bordé du navire de Chéops est par ailleurs extrêmement élaboré avec des bordages aux formes complexes qui sont maintenus en place, longitudinalement et transversalement, par un jeu de tenons et mortaises non chevillés et par quelques points d'assemblage par ligatures indépendants. Les bordages sont véritablement assemblés à franc-bord par des "bandes" de ligatures végétales qui sont passées transversalement d'une virure à l'autre dans l'ensemble de la coque. La construction de ce navire, qui s'élabore autour du bordé, et notamment des virures de fond, relève donc d'une conception ou d'un principe de construction « longitudinal sur bordé »[230]. Par ailleurs, en l'absence d'une pièce maîtresse axiale placée au niveau du fond, la poutre centrale de raidissement, qui constitue véritablement la « colonne vertébrale » de la coque, ainsi que les deux poutres latérales, assurent l'essentiel de la rigidité longitudinale du navire. Le système d'assemblage du bordé contribue également à la cohérence de la coque à la fois dans le plan longitudinal, avec les tenons enfoncés dans des mortaises percées dans les cans des bordages qui empêchent le glissement longitudinal des virures les unes contre les autres, et à la fois dans le plan transversal avec ses "bandes" de ligatures qui sanglent véritablement la coque tous les 25 cm. Ce système de ligaturage particulier semble ainsi directement issu du mode de liaison des bottes de papyrus des embarcations nilotiques[231]. Les barrots, tenus en place parallèlement par un jeu d'encastrement assuré par la poutre centrale de raidissement et les deux poutres latérales, renforcent également la coque dans le plan transversal et contribuent par ailleurs au maintien en forme du navire dans ce plan de symétrie. À l'inverse, la membrure, avec son petit nombre de varangues et leurs trois points d'assemblage, ne constitue qu'un faible renfort

[230] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[231] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132 de leur manuscrit.

transversal de la coque et est surtout destinée à supporter la poutre centrale de raidissement par l'intermédiaire des épontilles qui sont enfoncées dans le dos de ses varangues.

La construction du navire de Chéops repose donc sur une conception très élaborée qui renvoie sans aucun doute à un projet architectural clairement établi dans un contexte démontré par L. Basch comme étant une commande d'État[232].

G. Type du navire de Chéops, espace de navigation et fonction

Concernant ses dimensions et sa forme, le navire de Chéops correspond à un long navire de 43,63 m dont la faible largeur (5,66 m) lui confère une forme étroite avec un coefficient d'allongement de 7,7 particulièrement élevé et un coefficient de hauteur de 3,78. Sa forme générale est arrondie avec une charpente axiale constituée de trois virures. Ses extrémités sont très recourbées avec une proue haute et une poupe également relevée. Cette forme, très élégante, s'inspire ainsi directement des premières embarcations de roseaux et de papyrus tels qu'on peut les voir sur les bas-reliefs de l'Ancien Empire (fig. 47, 49 et 50).

Avant d'aborder la question de l'espace de navigation, il faut se demander, comme pour les bateaux d'Abydos, si la barque funéraire de Chéops a seulement navigué. En effet, diverses théories concernant la fonction de cette barque ont pu être avancées[233]. Les principales théories sont, d'un côté, que le navire est « une barque solaire » liée seulement à la promenade du roi dans le ciel au cours de la journée, et d'un autre côté, qu'il était utilisé sur le Nil pour transporter le roi dans ses divers pèlerinages ou peut-être pour transporter son corps embaumé depuis Memphis, capitale de l'Ancien Empire, jusqu'à la nécropole de Gizeh au moment de son inhumation dans la Grande Pyramide. Dans le premier cas, la barque aurait été construite et démontée pour être inhumée à proximité du tombeau du pharaon Chéops et n'aurait donc probablement jamais navigué. Dans le second cas, la barque aurait été utilisée et aurait, par conséquent, navigué sur le Nil. La théorie la plus communément admise est la première, signifiant ainsi que ce bateau de type cérémoniel n'aurait probablement jamais navigué[234]. Néanmoins, si cette barque avait navigué, P. Lipke pense qu'elle aurait été exclusivement destinée à la navigation fluviale et aurait été touée par de petites embarcations. Ce ne sont pas en effet les dix paires de rames qui auraient pu permettre de mouvoir ce navire dont la longueur à la flottaison était de 32 m. Si ces longues, minces et élégantes rames, disposées de part et d'autre de la coque, avaient pu éventuellement servir aux manœuvres, elles revêtaient sans doute en effet plutôt un rôle d'apparat.

---

[232] L'importation de bois de cèdre du Liban pour la construction du navire en est notamment une preuve, de même que la réalisation d'un navire d'une taille excédant largement la moyenne et d'une structure extrêmement complexe relèvent clairement de la construction d'État (cf. **Basch 1998**, p. 23-24).

[233] Cf., notamment, à ce propos **Jenkins 1983**, p. 14 ; **Lipke 1985**, p. 30 et 34 et **Ward 2000**, p. 58-60.

[234] Aucun test n'a cependant été effectué sur les bois du navire pour tenter de retrouver des restes de vie aquatique et il est finalement impossible de répondre de manière catégorique à cette interrogation.

H. Conclusion

Pour conclure sur le navire de Chéops, une dernière question reste à poser : ce navire est-il représentatif de la technologie maritime de la IV^e^ Dynastie ? A cette question, J. R. Steffy répond à la fois par « oui » et par « non »[235]. Il compare en effet judicieusement le navire aux limousines construites sur commande et utilisées pour le transport des hommes d'État aujourd'hui. Ces limousines ne sont pas représentatives du transport moteur des masses ; elles sont trop chères, trop symboliques du pouvoir et trop luxueuses en comparaison avec l'automobile familiale, et elles sont, de surcroît, trop peu pratiques pour en faire un usage utilitaire. Cependant, ces limousines présentent des caractéristiques basiques qui sont certainement communes à chaque automobile. Pour Steffy, ce doit être la même chose pour le navire de Chéops. C'était une très luxueuse « limousine aquatique », soit pour l'utilisation dans la vie, soit pour le transport du corps du pharaon dans la mort, mais il y a de nombreux indicateurs dans sa structure qui reflètent sans doute ce que pouvait être la technologie maritime de l'Égypte ancienne. Le « non » de Steffy, en réponse à la même question, correspond par ailleurs à la réponse donnée par L. Basch. Ce dernier estime en effet que la construction sophistiquée du navire de Chéops n'est représentative que de la seule construction d'État sous la IV^e^ Dynastie (vers 2620-2500) et que celle-ci n'a rien à voir avec ne serait-ce qu'une « extrapolation des bateaux "privés" de la IV^e^ dynastie »[236]. Sans doute, mais pour ma part, il me semble que la construction du navire de Chéops, bien que relevant d'une construction d'État, reflète à l'évidence un savoir-faire et des techniques de construction mises en œuvre également dans la construction navale traditionnelle de l'Égypte ancienne. C'est ce que démontrent par ailleurs, pour l'époque romaine, les gigantesques navires de Nemi, véritables palais flottants datés de la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C. Même si ces navires n'ont rien à voir avec les bateaux de commerce traditionnels de cette époque, ils présentent très clairement, outre le même principe de construction, des techniques de construction également mises en œuvre dans la construction navale romaine traditionnelle[237].

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale du navire de Chéops :

BASCH L.

[235] **Steffy 1994**, p. 28.
[236] **Basch 1998**, p. 28-30.
[237] **Ucelli 1950**, p. 147-180.

1998, Construction privée et construction d' État dans l'Antiquité, dans Rieth É. (dir.) 1998 b, p. 21-47.

HALDANE C.

1996, Ancient Egyptian hull construction, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 235-236.

JENKINS N.

1980, *The Boat beneath the Pyramid*, Éditions Thames and Hudson, Londres.

1983, *La Barque Royale de Chéops. Le bateau sous la pyramide*, Éditions France-Empire, Paris (traduit de l'anglais, *The Boat beneath the Pyramid*, par D. de Saint-Ours).

KADRY A.

1986, The Solar boat of Chéops, *IJNA*, 15.2, p. 123-132.

LIPKE P.

1985, Retrospective on the royal ship of Cheops, dans *Sewn Plank Boats*, p. 19-34.

LIPKE P. et MOUSTAFA A. Y.

1984, *The Royal ship of Cheops : a retrospective account of the discovery, restoration and reconstruction* (BAR International series 225), Oxford.

STEFFY J. R.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station, p. 23-29.

WARD C.

2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie, p. 45-60.

III. Les fragments de navire de Licht (Basse Égypte, vers 1950 av. J.- C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

Licht se situe en Basse Égypte, à environ 60 km au sud du Caire, entre Saqqara et Meïdoum, sur le cours du Nil (fig. 38). Sous le Moyen Empire, la capitale de l'Égypte ancienne est transférée de Thèbes à Licht où les rois de la XII^{e} Dynastie (vers 1963-1786) s'installent. Licht abrite notamment de nombreux mastabas et les monuments funéraires des deux premiers rois de la XII^{e} Dynastie : Amenemhat I^{er} et son fils, Sésostris I^{er} .

Au cours de différentes "expéditions égyptiennes" conduites par le *Metropolitan Museum of Art* de New York sur la pyramide de Sésostris I^{er}, une première série d'environ 50 pièces de bois a été découverte entre 1908 et 1934 et une seconde série d'environ 40 pièces a été mise au jour en 1984-1986 par Dieter Arnold, alors responsable de la mission (fig. 68a, 68b, 68c, 68d). La première série a été découverte enterrée dans le sable entourant la pyramide. La seconde série se trouvait sur les côtés est et ouest de la pyramide.

Enterrés sous une couche de plâtre et des fragments de calcaire, les bois avaient été utilisés comme fondations pour un système de chaussées et de rampes dans le complexe de la pyramide de Sésostris I^{er}. En raison de leur forme et de leurs assemblages, ces pièces ont été identifiées comme des éléments constitutifs d'un ou de plusieurs navire(s) démonté(s). Il s'agit pour l'essentiel de bordages entiers, ou de fragments de bordages, ainsi que de pièces de membrures[238].

Ces pièces ne correspondent pas à des inhumations en contexte cérémonial, comme c'était le cas à Abydos, ou à des inhumations funéraires et symboliques en relation avec un tombeau royal, comme c'était le cas à Gizeh avec la Grande Pyramide de Chéops, mais à des démontages d'un ou de plusieurs navires destinés à servir de soutènements pour des aménagements de voiries. Ce contexte particulier pouvait donc laisser espérer aux archéologues navals d'être en présence, non pas de bateaux de cérémonie ou funéraires, comme c'était le cas pour les bateaux d'Abydos et le navire de Chéops, mais plutôt à des bateaux d'usage commun de l'Égypte ancienne.

B. Datation

Les bois de Licht ont été datés, par stratigraphie, des débuts du règne de Sésostris I^{er}, aux alentours de 1950 av. J.-C.

[238] **Ward Haldane 1988** ; **Haldane 1992**, p. 102 et 104 ; **Ward 2000**, p. 108-110.

C. Étude[239]

Lors des fouilles de 1984-1986 et de la découverte de la deuxième série de pièces, D. Arnold a supposé que ces bois avaient appartenu à une embarcation et a invité C. Ward[240], à visiter le site afin d'expertiser le matériel. C. Ward a alors procédé à l'enregistrement et à l'observation de quinze pièces qui ont ensuite été ré-enterrées sur le site avec le reste des 40 pièces mises au jour au cours de ces trois années de campagnes. Elle a également pu examiner la membrure composite découverte sur le site en 1914 et conservée au Musée Égyptien du Caire. L'étude de ces pièces, en plus de la membrure composite, est publiée dans un ouvrage consacré au complexe de la pyramide de Sésostris I[er][241].

En ce qui concerne la description et l'étude de l'ensemble des pièces mises au jour, C. Ward s'est appuyée sur des photographies et des dessins provenant des archives conservées au Département Égyptien du Musée du Caire. Elle a ainsi pu considérer, pour son étude globale, 67 pièces sur les 90 découvertes. Cette étude est publiée dans son ouvrage consacré aux navires et bateaux de l'Égypte ancienne ainsi que dans un article global de synthèse concernant la construction navale en Égypte ancienne[242].

D. État de conservation

L'état de conservation des bois varie de l'extrêmement mauvais au très bon. Les surfaces des bordages étaient généralement lisses et légèrement érodées, mais certains bordages étaient à l'inverse très érodés et présentaient de larges sections endommagées avec des fissures et/ou des cassures. La membrure composite découverte en 1914 était en revanche en excellent état de conservation[243].

E. Les bordages

Les bordages, étudiés par C. Ward[244], ont tous été débités dans du tamaris et de l'acacia, des bois locaux fournissant de courtes longueurs et pouvant être assez noueux, ce qui

[239] **Ward 2000**, p. 108.
[240] C. Ward à cette époque s'appelait alors C. Haldane, du nom de son époux. Ce changement de nom est important à souligner puisque celle-ci, à cette époque, publiait sous le nom de Haldane, avant de publier sous le double nom de Ward Haldane pour enfin publier uniquement sous son nom de jeune fille, Ward – cf. *supra* note, 238
[241] **Haldane 1992**.
[242] **Ward 2000**, p. 107-128 ; **2004**, p. 17-23.
[243] **Haldane 1992**, p. 104 ; **Ward 2000**, p. 110.
[244] **Haldane 1992**, p. 104-106 ; **Ward 2000**, p. 113-119.

explique les faibles dimensions des pièces mises au jour dont les longueurs sont comprises entre 1,01 m et 2,60 m, les largeurs, entre 16 et 20 cm en moyenne mais avec certaines pièces qui atteignent les 40 cm de largeur tandis que d'autres n'excèdent pas les 12 cm. Les épaisseurs des bordages sont compris entre 9 et 15 cm. Ils présentent ainsi, pour la plupart, une section d'apparence robuste et trapue.

Tous les bordages, à l'exception de la pièce B, présentent des découpes complexes, avec parfois des redans, de leurs cans (fig. 68e). Ces formes particulières, que l'on retrouve de manière moins complexe sur le navire de Chéops (cf. *supra*), sont destinées à imbriquer les bordages les uns dans les autres et assurer ainsi l'intégrité du bordé de la coque. Les découpes ont été effectuées à la scie ; elles révèlent que les charpentiers ont coupé les pièces en évitant les nœuds les plus importants tout en montrant une remarquable cohérence de leurs angles.

L'ensemble de ces bordages présente également des mortaises pour deux types d'assemblage différents : le premier type est destiné à l'insertion de tenons tandis que le second est destiné au passage de ligatures (fig. 68f).

Les mortaises, destinées à l'insertion des tenons, ont été creusées dans les cans des bordages et mesurent généralement 7 à 9,5 cm de large pour une profondeur de 12 cm et une épaisseur de 1 à 1,5 cm. Des mortaises ouvertes ont également été creusées aux extrémités des bordages : elles mesurent 5 cm de large pour une profondeur de 5 cm et une épaisseur de 1,5 cm. Ce type d'assemblage était probablement destiné à l'alignement longitudinal des bordages durant la construction du bateau. Seule une de ces mortaises ouvertes a conservé un tenon en place ; les autres mortaises, en revanche, ont conservé de nombreux tenons. Les tenons prélevés présentent la même forme globale avec une largeur de 6,5 cm en leur centre et sont, à partir de là, fuselés vers leurs extrémités pour atteindre une largeur de 4,5 cm (fig. 68g). Les longueurs préservées des tenons conservés sont comprises entre 10,5 et 14 cm pour des tenons qui mesuraient à l'origine entre 20 et 25 cm de long. Ils se sont en effet généralement cassés au niveau, ou juste à proximité, du can des bordages dans lesquels ils étaient enfoncés (fig. 68h). Par ailleurs, de nombreux tenons ne remplissent pas complètement la largeur de la mortaise. Dans de nombreux cas, des espaces vides d'environ 1 cm sur un côté, ou sur chaque côté du tenon, peuvent en effet être observés (fig. 68g). Dans certains cas, ces espaces sont remplis par des petites cales en bois carrées de 1 cm de côté qui ont été conservées en place et disposés parallèlement au(x) bord(s) du tenon. Les autres mortaises, qui présentent des espaces vides similaires sur un ou les deux côtés du tenon encore en place, devaient également être occupées par des petites cales similaires mais qui ont disparu. D'après C. Ward, ces cales étaient destinées à coincer les tenons dans les mortaises afin de les maintenir en place. Elles assuraient ainsi, selon elle, la même fonction que les petites chevilles utilisées dans la construction navale antique gréco-romaine pour bloquer les tenons dans les mortaises, si ce n'est que dans ce cas, les chevilles n'étaient pas insérées aux côtés du tenon, mais le traversaient perpendiculairement en même temps que le bordage dans lequel il était inséré. Si les petites cales, utilisées dans la construction navale de l'Égypte ancienne,

avaient sans nul doute pour fonction de bloquer les tenons en place dans leur mortaise, il semble en revanche que le parallèle avec la technique d'assemblage par tenons et mortaises chevillés mise en œuvre dans la construction gréco-romaine est exagérée. Dans ce cas, l'insertion d'une petite cheville perpendiculaire au tenon permet en effet de tenir fermement en place et de bloquer le tenon dans la mortaise, alors que l'insertion d'une petite cale au(x) côté(s) du tenon dans sa mortaise n'empêche pas une ouverture des joints de virure au niveau de ces points d'assemblage. C. Ward a finalement proposé, sur une suggestion de J. R. Steffy, que les petites cales avaient probablement pour fonction de préserver l'usure des bords des tenons dans les mortaises, particulièrement dans le cas où les tenons n'étaient pas chevillés[245].

Les mortaises, destinées au passage de ligatures, présentent une largeur de 6,5 à 9,5 cm de large pour une profondeur de 5 cm et ont une épaisseur légèrement supérieure à 1 cm. On les trouve sur une face, correspondant à la face interne des bordages, ainsi que sur les deux cans de la plupart des pièces enregistrées, formant ainsi, pour chaque mortaise creusée, un angle à 90° (fig. 68i). Ces mortaises ne traversent ainsi jamais l'épaisseur des bordages. Les mortaises destinées au passage des ligatures ont vraisemblablement été positionnées sur les bords, à des endroits stratégiques d'assemblage des bordages, et sur les extrémités des pièces selon un modèle très proche que celui découvert sur le navire de Chéops. Sur les bordages de Licht étudiés, plus de la moitié de ces mortaises ont conservé le matériau utilisé pour le ligaturage des bordages entre eux : il s'agit d'une bande plate et tressée, tissée à partir de 15 brins végétaux identifiés comme étant une graminée, probablement *Desmostachya bipinnata*, appelée improprement alfa (cf. *infra* 3ème partie, p. 574). Toutes les bandes de ligature ont été délibérément coupées au niveau du can des pièces, sans doute au moment du démontage des bateaux (fig. 68j).

Les bordages de Licht ne présentent aucune marque attestant de l'utilisation de lattes – comme sur les bateaux d'Abydos ou le navire de Chéops – ou d'un autre système d'étanchéité. Sans doute ceux-ci auront-ils été détruits au moment du démontage du ou des navires pour la récupération des bordages.

F. Les pièces de membrure

Plusieurs pièces de membrure ont été découvertes sur le site de Licht. C. Ward n'a pu en étudier qu'une directement[246]. Il s'agit de la membrure composite découverte en 1914 et conservée au Musée du Caire (fig. 68k). Cette membrure est constituée de trois pièces : une longue varangue incurvée (A) à laquelle sont assemblées, sur la face supérieure, deux pièces latérales (B et C) (fig. 68l).

[245] **Ward 2004**, p. 18.
[246] **Haldane 1992**, p. 106 et 112 ; **Ward 2000**, p. 119-124.

La varangue mesure 2,40 m de longueur pour une hauteur de 12 cm et une largeur de 22 cm. Elle présente, sur sa face inférieure, douze entailles légèrement triangulaires qui mesurent 10 cm de hauteur pour une largeur de 5 cm à la base et dont on peut penser qu'il s'agissait, à l'instar du navire de Chéops, d'entailles destinées au passage de lattes et de ligatures au niveau des joints de virure du bordé. Trois trous "borgnes" cylindriques, c'est-à-dire non traversant la hauteur de la pièce, ont en plus été percés sur cette même face : ils mesurent 7-8 cm de hauteur pour un diamètre de 4,5 cm. L'un se trouve au centre même de la varangue et les deux autres se trouvent à environ 80 cm de chaque côté du trou central. La fonction de ces trous est difficile à déterminer et C. Ward suggère qu'ils étaient peut-être destinés à assembler la membrure au bordé au moyen de grosses gournables. On verra qu'un autre type d'assemblage a pu aussi être utilisé pour cette fixation.

Les pièces latérales supérieures mesurent 1,25 m de longueur pour une hauteur de 15 cm et une largeur de 20 cm au niveau de leur extrémité interne. L'extrémité externe de ces pièces est entaillée de la même façon que la face inférieure de la varangue et prolonge précisément la courbe de la varangue sur 40 cm sur un côté et sur environ 25 cm sur l'autre côté. Un espace de 50 cm sépare les extrémités internes des pièces déterminant ainsi une ouverture dans la membrure dont la hauteur déterminée par C. Ward est d'au moins 35 cm. Cette large ouverture était sans doute destinée à recevoir une pièce de renfort longitudinal telle une carlingue.

L'assemblage entre les trois pièces constitutives de la membrure est assuré par un système complexe d'assemblages par tenons et mortaises et par ligatures, garantissant ainsi une liaison sûre des pièces entre elles. Les dimensions des mortaises sont similaires à celles enregistrées pour les bordages. Par ailleurs, la varangue présente quatre mortaises percées sur ses faces latérales et qui traversent sa largeur de part en part. Aucun tenon, ni ligature n'a été retrouvé en place dans ces mortaises et leur fonction n'est pas clairement déterminée. C. Ward pense qu'elles étaient peut-être destinées à assembler la membrure à d'autres pièces similaires sur ses faces latérales. Elles ont également pu être utilisées, comme c'est le cas sur le navire de Chéops pour les extrémités des membrures, pour fixer la varangue au bordé au moyen de ligatures végétales.

Le dos des deux pièces supérieures présentent également des mortaises dans lesquelles sont insérés des tenons ainsi que des mortaises pour le passage de ligatures. Ces points d'assemblage supplémentaires suggèrent une fixation à d'autres éléments non conservés en liaison avec la membrure. C. Ward suggère qu'il pourrait s'agir de barrots de pont ou autres renforts latéraux d'une coque. Étant donné la répartition de ces points d'assemblage, les tenons semblent bien destinés à la liaison avec un ou des éléments supérieurs dont il semble peu probable, à ce niveau d'une coque, qu'il puisse s'agir de barrots ; en revanche, les points d'assemblage par ligatures sont disposés sur les bords des pièces et semblent plutôt destinés à la liaison avec des éléments latéraux.

Les photographies et dessins d'archives documentent également quatre autres pièces de membrure provenant de la zone de fouille G de Licht (il s'agit des pièces AM 2701, AM2702, AM2703, AM2704) que C. Ward a identifiées dans un premier temps comme des pièces supérieures de membrures composites comparables aux pièces B et C de la membrure composite précédente[247] (fig. 68m et 68n). Ces pièces mesurent entre 1,67 et 2,58 m de longueur pour une largeur de 10 cm et une hauteur de 20-32 cm et présentent des schémas d'assemblage différents de ceux retrouvés sur les pièces supérieures de la membrure composite complète. AM 2701 (fig. 68m) a ainsi six points d'assemblage par tenons et mortaises, deux canaux pour le passage de ligatures, une mortaise qui passe verticalement à travers l'extrémité carrée de la pièce et présente, comparée aux autres pièces de membrure supérieures, une courbure très accentuée sur son autre extrémité ; aucune mortaise ne la traverse de part en part. AM 2702 comprend au moins six points d'assemblage par tenons et mortaises, une mortaise traversant de part en part mais aucun canal pour le passage de ligature. AM 2703 (fig. 68n) est plus similaire aux pièces supérieures de la membrure composite dans la mesure où elle inclut des canaux en forme de T et de L pour le passage de ligatures, des mortaises traversant de part en part et des points d'assemblage par tenons et mortaises. Elle inclut aussi des mortaises reliant ses cans à sa face supérieure selon un angle à 45°. Les points d'assemblage par tenons et mortaises sur la face inférieure de AM 2704 ressemblent au schéma d'assemblage des pièces supérieures B et C de la membrure composite mais la surface de AM 2704 a seulement deux points d'assemblage par tenons et mortaises au niveau de son extrémité carrée. Malgré une apparente similarité générale avec les pièces supérieures B et C de la membrure composite, les schémas d'assemblage enregistrés sur ces pièces sont incohérents et font suggérer à C. Ward que ces dernières n'avaient probablement pas tout à fait les mêmes fonctions que les pièces B et C de la membrure composite. Elle pense, au contraire, que ces pièces pouvaient composer, à elles quatre, une membrure composite et elle propose, en s'appuyant également sur la membrure composite déjà étudiée, une restitution hypothétique de la disposition de ces pièces dans une coque et de leurs assemblages (fig. 68o)[248]. Cette restitution est la suivante : une de ces pièces, que l'on appellera varangue (1) par commodité, constitue la partie inférieure de la membrure globale ; elle est fixée au bordé au moyen de trois grosses gournables enfoncées à partir de l'extérieur de la coque ; sur le dos de cette varangue sont assemblées deux pièces latérales (2 et 3) au moyen de tenons et mortaises et de ligatures ; les extrémités internes de ces deux pièces sont espacées d'environ 50 cm créant ainsi une ouverture dans laquelle est encastrée une pièce longitudinale de renfort de forte section, probablement une carlingue. La quatrième pièce de membrure (4) repose sur cette pièce longitudinale et est assemblée aux deux pièces de membrure inférieures au moyen de tenons insérés dans des mortaises. Sur le schéma de restitution proposé par C. Ward, on observe également, entre les pièces latérales 2 et 3 et la

[247] **Ward 2000**, p. 119 et 123-124.
[248] Pour plus de détails sur cette restitution, cf. **Ward 2000**, p. 124.

pièce supérieure 4, deux autres pièces latérales qui encadrent la carlingue – que j'appellerai pièces 2' et 3' – et dont ne fait pas mention l'auteur. De même, assemblée sur la face supérieure de la pièce 4 au moyen de tenons et mortaises, C. Ward rajoute également une pièce transversale qui arrive au niveau des virures de plat-bord, et que j'appellerai pièce 5. Ce modèle de membrure composite et complexe, que propose C. Ward, n'est connu par ailleurs ni par l'archéologie, ni par l'iconographie de l'Égypte ancienne. Sa restitution repose cependant sur le modèle composite de membrure constitué de trois pièces retrouvées en connexion et sur les schémas d'assemblage retrouvés sur les quatre pièces de membrure et à laquelle elle a rajouté trois pièces supplémentaires dont elle ne fait pas mention dans son texte. Sa restitution paraît vraisemblable, bien qu'elle prête à confusion. Néanmoins, si cette construction hypothétique s'avérait exacte, ce n'est pas de membrure dont il faudrait parler mais d'une véritable "cloison" remplissant toute la hauteur d'une section transversale de la coque. Si la construction navale de l'Égypte ancienne ne nous livre aucun témoignage de ce type de membrure, en revanche, la construction navale traditionnelle chinoise présente un système architectural constitué de cloisons transversales directement fixées sur la sole des jonques. La fonction des cloisons, dans ces navires, est de contribuer, de façon déterminante, à rigidifier et à renforcer la structure du fond, des flancs et des extrémités[249]. Bien que l'on se trouve ici dans un système de construction complètement différent, le parallèle paraît intéressant et permet de rendre parfaitement plausible la restitution proposée par C. Ward. Je compléterai par ailleurs son schéma en utilisant les quatre mortaises traversant la largeur de la varangue (pièce 1) de part en part pour un assemblage supplémentaire de cette pièce au bordé au moyen de ligatures, comme sur le modèle des extrémités des membrures du navire de Chéops.

G. Restitutions : système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire présumé de Licht

Sur la base de son étude réalisée sur les 67 pièces de bordages et de membrures de Licht, C. Ward a pu mettre en évidence une cohérence dans les dimensions et les modèles des mortaises ainsi que dans les détails et les dimensions des biseaux pratiqués sur les bords des pièces l'amenant ainsi à avancer que l'ensemble de ces pièces provenait d'une seule et même coque de navire[250]. À partir d'une partie de ces pièces, elle propose alors deux restitutions hypothétiques du navire démonté pour servir de soutènement à des travaux de voiries entourant la pyramide de Sésostris I^{er} à Licht.

La première restitution, que l'on vient de voir, s'appuie sur la membrure composite et les pièces de membrure isolées découvertes sur la zone de fouille G (fig. 68o). Elle propose, à

[249] Cf. ***Voyages en mer de Chine* 2004**, p. 30-33.
[250] **Ward 2004**, p. 20.

partir de ces éléments, une coupe transversale d'une coque à fond arrondi, sans quille, dont le bordé est assemblé au moyen de tenons insérés dans des mortaises et bloqués par des petites cales parallèles ainsi qu'au moyen de points d'assemblage par ligatures ponctuels qui ne traversent pas l'épaisseur du bordé. La membrure resituée est une véritable "cloison" fixée au bordé au moyen de trois gournables et peut-être également au moyen de ligatures végétales. Elle est composée de cinq pièces, assemblées entre elles au moyen de tenons et mortaises et de ligatures, qui remplissent toute la hauteur de la coque en section transversale. Entre ces pièces viennent s'encastrer une forte pièce de renfort longitudinal, sans doute une carlingue.

Sa seconde proposition de restitution (fig. 68p) s'appuie sur les formes des bordages et de leurs modèles d'assemblage pour reconstruire un schéma possible d'une partie du bordé vu de l'extérieur. Les bordages ainsi disposés semblent s'emboîter parfaitement pour composer un bordé complexe semblable à un "patchwork". Une telle composition est due à l'utilisation du tamaris et de l'acacia, deux espèces locales dans lesquelles seules de courtes pièces peuvent être débitées et qui présentent également de nombreux nœuds que les charpentiers ont essayé d'éviter en procédant à des découpes complexes des pièces destinées par ailleurs à s'imbriquer les unes dans les autres.

Ces restitutions, et le montage des pièces qui s'organisent autour du bordé, renvoient sans aucun doute à une conception « longitudinale sur bordé »[251]. Les méthodes de construction, en se basant uniquement sur une restitution hypothétique, sont en revanche impossibles à établir précisément.

H. Type du navire présumé de Licht et espace de navigation

Concernant le type navire dont il s'agit, les pièces de bordages et de membrures mises au jour, toutes de forte section avec des assemblages multiples et vraisemblablement solides, renvoient l'image d'un bateau robuste, totalement différent du bateau funéraire d'Abydos ou du bateau cérémonial de Chéops. C. Ward pense ainsi qu'il s'agit d'un navire de charge fluvial qui a été retrouvé démonté et dispersé sur le site de Licht. Cette interprétation est renforcée par la présence d'une véritable "cloison" qui jouait incontestablement un rôle de renfort transversal de la coque, à l'inverse des bateaux d'Abydos qui ne possédaient pas de membrure ou du navire de Chéops pour lequel les varangues ne jouaient qu'un faible rôle de renfort transversal.

À partir de la pièce de membrure AM 2703, dont la longueur est de 2,58 m, C. Ward restitue par ailleurs une largeur de bateau, au niveau du barrot, de 8 m. Elle propose ainsi, à valeur d'hypothèse, un bateau dont les dimensions auraient pu être de 24 m de longueur, pour cette largeur de 8 m et une hauteur de 1,50 m, ce qui donne un coefficient d'allongement

[251] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

classique de 3 et un coefficient de hauteur de 5,3. Ne sachant cependant pas si la pièce de membrure AM 2703 correspondait au maître-couple, il se peut cependant que le bateau ait eu des dimensions beaucoup plus importantes[252].

Pour ce qui est de l'espace de navigation, il est difficile, en l'absence d'éléments complémentaires, de déterminer si ce grand navire de charge évoluait uniquement sur le Nil ou si, étant donné la localisation de sa découverte à la pointe du delta, il pouvait également s'aventurer en mer. Les courtes pièces de bordages utilisées pour la réalisation du bordé du navire semblent cependant être caractéristiques, selon C. Ward qui s'appuie sur l'iconographie des scènes peintes dans les tombes, des navires de charge exclusivement fluviaux[253].

I. Conclusion

L'attribution des pièces de Licht à un navire de charge, si l'on admet l'hypothèse tout à fait probante de C. Ward, est d'autant plus intéressante que l'on connaît peu de représentations de bateaux de charge pour le milieu fluvial de l'Égypte ancienne ; ce sont en effet surtout des navires de plaisance ou de cérémonie qui sont représentés sur les bas-reliefs. Il s'agit ainsi vraisemblablement du premier témoignage archéologique d'un bateau de travail pour l'Égypte ancienne qui révèle par ailleurs des procédés de construction inédits pour les débuts du II^{ème} millénaire av. notre ère.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude des fragments de Licht :

HALDANE C.

1990, Egyptian hulls and the evidence for caulking, *IJNA*, 19.2, p. 135-136.

1992, The Lisht Timbers: A Report on Their Significance, dans Arnold D. (ed.), *The South cemeteries of Lisht. Vol. III. The Pyramid Complex of Senwosret I*, The Metropolitan Museum of Art Editions, New York, p. 102-112 et pl. 115 à pl. 133.

1996, Ancient Egyptian hull construction, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 235-244.

WARD C.

2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie.

2004, Boatbuilding in Ancient Egypt, dans Hocker F. M. et Ward C. A. (ed.) 2004, p. 13-24.

WARD HALDANE C.

1988, Boat Timbers from El-Lisht: A New Method of Ancient Egyptian Hull Construction.

[252] Pour plus de détails sur ces calculs, cf. **Ward 2000**, p. 126.
[253] **Ward 2004**, p. 23.

Preliminary Report, *MM*, 74.2, p. 141-152.

IV. Les bateaux de Dahchour (Basse Égypte, vers 1850 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique), découverte et conservation[254]

Dahchour se situe dans la vallée du Nil, en Basse Égypte, à 2 km au sud du site archéologique de Saqqara (fig. 38). En 1894, une mission archéologique française y est conduite sous la direction de Jean-Jacques De Morgan qui entreprend des fouilles sur la pyramide en briques du Moyen Empire de Sésostris III (règne vers 1862-1843). C'est en cherchant une entrée souterraine, conduisant à la pyramide, que De Morgan découvre les vestiges de six barques funéraires, d'une dizaine de mètres de long chacune, associées à un traîneau en bois. Les barques étaient disposées en deux groupes de trois barques chacun, distants de 100 m environ. Les plans de fouille ne localisent cependant que trois de ces bateaux qui n'ont pas fait l'objet, à cette époque, d'une étude détaillée. Aujourd'hui, seuls quatre de ces bateaux sont connus : deux sont exposés au Musée Égyptien du Caire (sous les numéros d'inventaire EM 4925 et EM 4926), et les deux autres, qui ont été acquis par des conservateurs de musées états-uniens au début du XX^{e} s., se trouvent exposés au Musée Field d'Histoire Naturelle de Chicago pour le troisième et au Musée Carnegie d'Histoire Naturelle à Pittsburgh pour le quatrième[255] (fig. 69a).

B. Datation

Découverts à proximité de la pyramide de Sésostris III, les bateaux ont été associés à l'inhumation de ce pharaon et datés des environs de 1850 av. J.-C. Aucune inscription ou d'autres objets, découverts sur la fouille en relation avec les barques, ne permettent cependant de garantir cette association avec Sésostris III. Seules deux déterminations au Carbone 14 ont été effectuées : sur les bordés de pont du bateau conservé au Musée Field de Chicago pour la première et sur la coque du bateau conservé au Musée Carnegie de Pittsburgh pour la seconde. Les résultats donnent des dates approximatives de 1949 ± 47 av. notre ère pour le premier bateau et de 1830 ± 170 av. notre ère pour le second. C'est donc un écart chronologique large qui encadre cette date de 1850 av. J.-C. et, si l'on se fonde sur le premier bateau, dont la fourchette chronologique est la plus courte, on se situerait plutôt dans le I^{er} s. du II^{ème} millénaire av. notre ère[256].

[254] **Ward 2000**, p. 83.
[255] Le bateau conservé au musée de Pittsburgh a été acheté en 1901 par A. Carnegie. Il a été exposé de 1905 à 1975 avant d'être "rangé" temporairement dans les dépôts. C'est C. Ward qui, dans les années 1980, a reconnu ce bateaux comme faisant partie du groupe de trois barques découvert à Dahchour et qui n'a pas été enregistré officiellement sur les plans de fouille. Aujourd'hui, ce bateau est à nouveau exposé.
[256] **Ward 2000**, p. 83.

C. Étude[257]

Prélevés au moment de la fouille à la fin du XIX^e^ s. pour être exposés ou vendus, les bateaux de Dahchour n'ont pratiquement pas été documentés et étudiés à cette époque. Ils ont véritablement fait l'objet d'une étude détaillée à partir de 1983 lorsque Douglas Haldane et C. Ward ont entrepris l'enregistrement du bateau exposé au Musée Field de Chicago. En 1984, pour une journée, et en 1988, durant dix jours, ils ont procédé à l'enregistrement du bateau conservé au Musée Carnegie de Pittsburgh qui était alors conservé sous forme de pièces détachées. En 1986, ils ont également documenté les deux bateaux du Musée Égyptien du Caire. Les quatre bateaux fournissent des données comparables, mais c'est la coque du Musée Carnegie, en raison de son état démonté, qui a été la plus minutieusement enregistrée et c'est donc sur elle que se fonde essentiellement l'étude de C. Ward publiée de manière exhaustive en 2000[258].

D. État de conservation[259]

Les six barques conservées sous le sable de Dahchour ont souffert durant leur long séjour de près de 4000 ans. Lors de leur découverte, à la fin du XIX^e^ s., les bois de la coque apparaissaient en effet érodés et certaines parties du bordé étaient dissociées.

Les quatre bateaux conservés et exposés ont malheureusement subi des restaurations inopportunes. C. Ward a en effet observé que les restaurateurs avaient utilisé des clous en fer pour tenir en place des sortes de rustine, qu'ils avaient recoupé les entailles destinées à l'insertion des barrots et finalement vissé des cerclages en fer autour de la coque pour la tenir en forme. Elle a par ailleurs surtout montré que l'ensemble des tenons en forme de queue d'aronde qui assemblaient les bordages entre eux, en plus des tenons et mortaises classiques (cf. *infra*), correspondaient aux restaurations modernes effectuées sur les bateaux à la fin du XIX^e^ s. et au début du XX^e^ s. Elle a en effet démontré que ces queues d'aronde, inhabituelles dans la construction navale égyptienne[260], correspondaient pour la plupart à des mortaises étroites destinées à l'origine au passage de ligatures ainsi que, pour la virure centrale, à des

[257] **Ward 2000**, p. 84.
[258] En 1996, C. Ward publie dans *Tropis IV* un résumé de son étude, mais c'est effectivement dans **Ward 2000** que l'on en trouvera la publication exhaustive.
[259] **Ward 2000**, p. 84, 93-94, 98.
[260] L'assemblage des bois au moyen de queues d'aronde existe, en Égypte ancienne, au moins depuis 2500 ans av. notre ère. Seulement, il est utilisé exclusivement en menuiserie pour la construction de meubles et non dans la construction de navires ou de bateaux pour lesquels aucune découverte ou représentation ne témoigne de leur usage. Le traîneau, découvert avec les barques de Dahchour, présentait des assemblages par queues d'aronde ; c'est sans doute ce qui a inspiré les restaurateurs pour réparer les assemblages des bateaux prélevés.

mortaises ouvertes destinées à l'insertion de tenons (cf. *infra*). Au moment de la découverte des bateaux, ces mortaises devaient, d'après elle, être significativement érodées et ne plus contenir ni ligatures, ni tenons en place. Les restaurateurs ont donc pris le parti de recouper, de manière grossière, ces mortaises afin d'y insérer des queues d'aronde.

Au cours du XX^{e} s., l'état de conservation des bateaux prélevés, qui n'ont vraisemblablement pas bénéficié de traitement de conservation de leurs bois, s'est encore dégradé. C. Ward rapporte en effet que les mesures qu'elle a effectuées sur les coques dans les années 1980 diffèrent de celles effectuées à la fin du XIX^{e} s., ce qui signifie que le bois a joué et s'est sans doute rétracté en plus de s'être davantage érodé[261]. Cependant, les rapports de proportions essentiels entre la longueur et la largeur des bateaux n'avaient pas été véritablement affectés.

E. Présentation architecturale[262]

Les bateaux de Dahchour ne comportent pas de quille, mais une virure centrale plus épaisse que les autres, qui faisait fonction de quille et que les Anglo-saxons qualifient de *« keel-plank »*. Celle-ci est composée de trois bordages en bois de cèdre (C1, C2 et C3 sur la fig. 69b) qui mesurent entre 2,25 m et 4,55 m de longueur et des épaisseurs qui sont comprises entre 9 à 12,3 cm : ce sont les bordages les plus grands et les plus épais de toute la coque. Le bordage central est légèrement plus large que les deux bordages situés de part et d'autre qui sont identiques avec des largeurs moindres et des extrémités effilées pour fermer l'avant et l'arrière du bateau. Les trois bordages sont assemblés ensemble par des écarts francs au moyen de deux types d'assemblage : un tenon inséré dans des mortaises ouvertes (l. : 4-6 × prof. : 4 × ép. : 1,8-2,1 cm) creusées en vis-à-vis au centre de l'écart ainsi que par deux tenons insérés dans des mortaises (l. : 4-6 × prof. : 2-3 × ép. : 2 cm) creusées en vis-à-vis dans le can de l'angle des bordages (fig. 69c). Aucun de ces tenons n'est tenu en place par des petites chevilles de blocage et les tenons insérés dans des mortaises ouvertes ne devaient pas vraiment faire office d'assemblage mais devaient plutôt servir de pré-assemblage, c'est-à-dire de maintien en place des bordages dans un alignement longitudinal avant leur assemblage réel par les tenons insérés dans les cans des angles des bordages.

La construction des bateaux de Dahchour s'organise autour de cette *keel-plank*. La mise en forme du bordé, qui compte trois virures, également en cèdre, sur chaque flanc, est obtenue grâce aux cans biseautés des bordages qui produisent des faces internes jusqu'à 7 cm plus étroites que les faces externes (fig. 69d). De plus, les extrémités des virures 2 et 3 sont

[261] Les bordages du bateau de Carnegie pesés en 1988 par C. Ward ont ainsi perdu probablement au moins un tiers de leur poids original.
[262] **Ward 2000**, p. 85-95.

taillées en pointe selon un angle de 110° avec un petit ressaut inférieur qui leur permettaient de se fixer parfaitement sur les formes des virures inférieures (fig. 69b).

De même que pour le reste de la coque, les "galbords" sont assemblés à la quille au moyen de tenons en tamaris[263] insérés dans des mortaises creusées dans les cans des bordages (l. : 7,5 × ép. : 1,8-2 × prof. : de 10 à 13 cm) (fig. 69b). Les tenons et les mortaises sont globalement disposés par paire dans l'ensemble de la coque selon un écart entre chaque paire de 8 à 15 cm, à l'exception des cans externes de la troisième virure de chaque flanc qui présentent des écarts entre les paires de tenons d'environ 25 à 42 cm.

Des points d'assemblage par ligatures, remplacés au moment de la "restauration" des bateaux par des queues d'aronde, ont également été employés dans la construction des bateaux. Ces ligatures passaient à l'origine par des mortaises dont la forme a été modifiée en raison de leurs recoupes pour y insérer les queues d'arondes. À partir de ses observations effectuées sur sept de ces mortaises qui gardent des découpes précises de leurs caractéristiques originelles (fig. 69e), C. Ward propose une restitution des mortaises d'origine (fig. 69f). Deux mortaises ouvertes, de forme globalement ovale (4,8 × 1,3 × 0,6 cm), sont ainsi creusées de part et d'autre du joint de virure dans la face interne du bordé sur 2 cm de profondeur et formant une section en U ; entre ces mortaises, une autre mortaise ouverte, de forme globalement quadrangulaire, est creusée transversalement au joint de virure, sur une profondeur moindre. La ligature est passée transversalement dans ces trois mortaises en effectuant, selon la restitution de C. Ward, un seul tour. Ces points d'assemblage par ligatures ont été utilisés de façon sporadique pour les assemblages des virures entre elles. On en compte ainsi quatre pour les assemblages de la virure centrale au "galbord" (2 sur C2 et 1 sur C1 et C3 - cf. fig. 69b), également quatre pour la liaison du "galbord" à la deuxième virure et cinq pour la liaison de la deuxième à la troisième virure. À chaque extrémité du bateau, la deuxième et la troisième virure se referment sur la virure centrale et on compte également à ce niveau, en plus des tenons et mortaises mis en place, un point d'assemblage par ligatures. Ces dernières passent par des mortaises qui sont peu profondes, plus courbées et plus érodées que les autres mortaises dispersées dans la coque et également destinées à l'origine au passage de ligatures. Aucun élément structurel supplémentaire n'a été utilisé pour fermer les extrémités.

On observe par ailleurs, à l'extrémité avant de la virure centrale, trois petites mortaises disposées parallèlement dans la face interne. D'après C. Ward, il pourrait s'agir de mortaises destinées à tenir une décoration finale semblable au navire de Chéops, ou comme celles illustrées dans la fig. 69g.

Pour terminer avec le bordé, sur la face interne de la virure centrale, et également sur les virures de "galbord", des petites mortaises rectangulaires (2,2 × 2 × 0,5-1,2 cm) ont été creusées, sans doute destinées à l'insertion d'épontilles de petites sections qui n'ont pas été

[263] Les dimensions restituées des tenons pour les bateaux de Dahchour par C. Ward sont : L. : 22-25 × l. : 7,5 × ép. : 1,8 cm. Les tenons présentaient par ailleurs des extrémités fuselées et leur largeur et leur épaisseur se réduisaient à ce niveau de près de 50%.

conservées. D'après C. Ward, ces épontilles ont pu servir, comme sur le navire de Chéops, à soutenir une poutre centrale de raidissement et/ou des poutres latérales maintenant disparues ou tout simplement, les barrots de pont (fig. 69h).

Les coques des bateaux de Dahchour ne présentaient pas de membrure et ce sont en effet les barrots qui jouaient le rôle de renfort transversal. Au total, onze ou douze barrots de 13 à 18 cm de large pour une hauteur de 6 à 8,5 cm traversaient la coque et venaient se fixer, tous les 60 à 85 cm, dans des entailles creusées à travers l'épaisseur de la troisième virure de chaque flanc correspondant aux virures de plat-bord. Les barrots étaient tenus en place dans leurs entailles par des chevilles de 3 × 2,5 cm enfoncées à partir de la face supérieure du barrot et qui ressortaient sur la face externe de la virure de plat-bord, à environ 8 cm sous l'entaille. Un fragment de corde écrasée retrouvé entre le barrot 3 et la virure de plat-bord de la coque conservée au Musée Carnegie, permet également de penser que les barrots étaient en plus ligaturés à la coque afin de bien assurer leur fixation.

Les bordages de pont (L. : 60-68 × l. : 13-35 × ép. 2-4 cm) prenaient ensuite place, par section, sur une feuillure ménagée sur chaque bord des faces supérieures des barrots (fig. 69i). Quelques panneaux de bordé du bateau EM 4925 étaient assemblés entre eux par tenons et mortaises, comme sur le navire de Chéops. Le bordé de pont courait d'une extrémité à l'autre des bateaux.

Enfin, pour achever la coque, un pavois, constitué de trois ou quatre bordages selon les bateaux, venaient entourer la quasi-totalité du pont (fig. 69h). Les bordages de pavois étaient assemblés entre eux par des écarts francs au moyen de ligatures et l'ensemble était fixé à la virure 3 par tenons et mortaises ainsi que par des points de ligatures.

F. Les rames-gouvernails

Deux rames-gouvernails accompagnaient chaque bateau de Dahchour. Elles étaient disposées, comme sur tous les bateaux funéraires égyptiens, de chaque côté de la poupe. Les rames ont une longueur de 3,30 à 4 m et leurs pales rondes mesurent environ 1 m de long pour une largeur maximale de 65 cm. Des trous carrés dans les pales (3 × 2,5 cm) permettaient de passer une corde pour attacher les rames à la coque. Deux épontilles, reliées par une pièce transversale, supportaient les extrémités supérieures des rames[264].

La barre-gouvernail incurvée du bateau du Musée Carnegie mesure 95,6 cm et atteint un diamètre maximum de 5 cm.

[264] **Ward 2000**, p. 95-96.

G. Superstructures et décoration

Aucune trace de cabine ou autre superstructure n'a été relevée lors de la fouille des bateaux. Seul du plâtre blanc et des traces de rayures rouges, bleues et noires ont été conservées sur l'extérieur des coques des bateaux de Dahchour indiquant que leur coque était peinte de la même façon que les bateaux funéraires représentés dans les peintures de l'Égypte ancienne. De même, un œil de jade était peint sur la proue de chaque bateau, des lotus et des rosettes décoraient les pales des rames-gouvernails et les *clavus* étaient ornés d'une tête d'Horus[265].

H. Système et type architectural, principe et méthodes de construction des barques de Dahchour[266]

Le type architectural des bateaux de Dahchour se définit par une *keel-plank*, c'est-à-dire une virure centrale, plus épaisse que les autres et faisant fonction de quille, à partir de laquelle est monté le bordé constitué de trois virures disposées symétriquement de chaque côté de la coque. Les biseaux, pratiqués sur les cans des virures permettent la mise en forme de la coque et les extrémités des virures, taillées en forme de couteau avec des ressauts sur les bords inférieurs, permettent un emboîtement parfait des virures entre elles pour fermer les extrémités des bateaux. Les virures, de même que l'ensemble *keel-plank*-galbord, sont assemblées entre eux par des tenons et mortaises non chevillés disposés par paires ainsi que par des points d'assemblage par ligatures indépendants. Le réseau de tenons et mortaises est relativement dense tandis que les points d'assemblage par ligatures sont parsemés dans la coque à raison de six points maximum pour la liaison d'une virure à une autre. Aucune membrure ne vient renforcer la coque transversalement et C. Ward pense que le réseau important de tenons et mortaises du bordé devait jouer un rôle de membrure interne. Par ailleurs, une dizaine de barrots insérés dans des entailles pratiquées dans l'épaisseur des virures de plat-bord et bloqués par des chevilles et des ligatures, servaient de renfort transversal ainsi que de maintien en forme de la coque. Sur ces barrots, les bordés de pont prenaient place et couraient d'un bout à l'autre des bateaux. Enfin, la mise en place de pavois, entourant environ les trois-quarts du pont et composés de trois ou quatre bordages assemblés entre eux au moyen de ligatures et fixés à la virure de plat-bord par des tenons et mortaises ainsi que par des points de ligatures, servaient vraisemblablement à renforcer la coque longitudinalement. Ce système architectural semble ainsi correspondre à la description que

[265] **Ward 2000**, p. 96.
[266] **Ward 2000**, p. 97, 100-101.

donne Hérodote de la construction de navires égyptiens au V^e^ s. av. J.-C. pour lesquels les bordages sont assemblés entre eux au moyen de longues chevilles très rapprochées sans aucune membrure mais avec l'emploi de baux transversaux (II.96.1-2) (cf. *supra*, les sources écrites, p. 61).

Le système architectural et la construction de ces bateaux renvoient donc clairement à des méthodes de construction sur bordé où celui-ci, monté en premier autour de la charpente axiale, joue le rôle de structure dominante de la coque. Les barrots, insérés dans un deuxième temps, constituent les seuls renforts transversaux des bateaux. Ces procédés de construction élaborés, avec la mise en forme soignée des bordages, leur montage symétrique et la mise en œuvre d'un réseau de tenons et mortaises important, reposent par ailleurs sur un projet architectural bien défini qui renvoie lui-même à une conception longitudinale de ces bateaux sur bordé[267].

I. Type des barques de Dahchour et espace de navigation

Ces embarcations correspondent à des barques d'environ 9 m de long pour une largeur maximale d'environ 2 m et une hauteur maximale de 72-79 cm. Le coefficient d'allongement de ces coques, d'environ 4,5, de même que le coefficient de hauteur, de 2,66 environ, correspondent aux rapports classiques des bateaux funéraires de l'Égypte ancienne[268]. Ces bateaux présentent par ailleurs une section de carène arrondie avec une poupe légèrement plus haute, d'environ 50 cm, et un peu plus ronde que la proue (fig. 69j). En outre, les petites mortaises percées dans la face interne de l'extrémité avant de la virure centrale suggèrent que les bateaux de Dahchour présentaient au moins une extension, probablement en forme de papyrus, comme sur le navire de Chéops. Ces embarcations, qui évoquent les bateaux papyriformes, présentent donc, finalement, les mêmes proportions, la même forme et sans doute les mêmes décorations que les modèles funéraires du Moyen Empire comme celui représenté sur la fig. 69g. Le poids total de ces bateaux (comprenant la coque et ses équipements) a été calculé aux alentours de 1,8 tonnes[269].

Encore une fois, s'agissant d'embarcations funéraires associées à une inhumation royale, il n'est pas certain que ces bateaux aient navigué. Néanmoins, leur forme et leur système architectural suggèrent qu'ils étaient adaptés à une navigation sur le Nil. Cependant, l'absence de rames, exceptées les deux rames-gouvernails, et leur fonction de barques funéraires suggèrent que ces bateaux, s'ils ont navigué, devaient être toués par d'autres bateaux.

[267] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[268] **Ward 2000**, p. 101.
[269] **Ward 2000**, p. 84.

J. Conclusion

Les bateaux de Dahchour, dont les coques sont assemblées essentiellement au moyen de tenons et mortaises et avec seulement quelques points d'assemblage par ligatures, révèlent un savoir-faire, dans le domaine de la construction navale égyptienne, qui remontent sans aucun doute à une tradition très ancienne. Contrairement à ce que pensaient les égyptologues lors de la découverte de ces barques, leur construction relève en effet de procédés élaborés et aboutis en même temps qu'elle renvoie à leur nature symbolique et cérémonielle.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale des barques de Dahchour :

HALDANE C. W.
1996, Ancient Egyptian hull construction, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 235-244.
STEFFY J. R.
1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station, p. 33-36.
WARD C.
2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie, p. 83- 102.
WARD HALDANE C.
1984, A fourth Boat from Dashur, *AJA*, 88.3, p. 389.

V. Les épaves de Mazarron : *Mazarron 1* et *Mazarron 2* (Espagne, seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

Mazarron, aujourd'hui station balnéaire, est un ancien port situé à 25 km au sud de Carthagène, en Espagne (fig. 38). La construction récente d'un port de plaisance dans la zone occidentale de la baie a provoqué un changement de courant, entraînant la disparition d'une partie de la Playa de la Isla. Ces modifications bathymétriques sont à l'origine de la découverte d'une importante zone de mouillage utilisée durant l'Antiquité[270]. Un programme de prospection important a alors été lancé par le *Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas* (*CNIAS*) du Musée National d'Archéologie Sous-Marine de Carthagène. Ce programme, mis en place en 1988 et dirigé par Iván Negueruela (Musée National d'Archéologie Sous-Marine de Carthagène), a pour but de prospecter toute la côte littorale de la région de Carthagène, jusqu'à une profondeur maximale de 15 m, afin de confirmer le littoral murcien comme voie de pénétration des colons phéniciens vers l'intérieur des terres[271]. Cette vaste prospection a permis le recensement et le prélèvement d'un important matériel archéologique[272] – essentiellement des amphores et des céramiques d'origine phénicienne – ainsi que la découverte de deux épaves[273].

B. L'épave 1 de Mazarron : *Mazarron 1*

1. Fouille et traitement de l'épave

La première épave a été repérée en 1991, à environ 50 m de la plage sur un fond de 1,50 m. L'équipe du *CNIAS* est alors intervenue pour effectuer des premiers enregistrements (dessins et photographies), réaliser deux sondages pour évaluer le potentiel du site et enfin, protéger les vestiges de la coque qui apparaissaient en attendant de monter un programme de fouille structuré[274]. Le projet *Nave Fenicia* a été mis au point deux ans plus tard et la première campagne d'intervention a eu lieu de septembre 1993 à juin 1994. Celle-ci a essentiellement consisté en la réalisation de travaux bathymétriques pour relever la topographie du fond de la baie et en une prospection systématique autour de l'épave pour récupérer le matériel qui avait

[270] **Cabrera *et al.* 1992** ; **Roldán Bernal *et al.* 1994** ; **Cabrera et *al.* 1997**, p. 150-151 ; **Negueruela 2000**, p. 183.
[271] **Cabrera *et al.* 1992**, p. 37-39 ; 1997, p. 150-151 ; **Roldán Bernal *et al.* 1994** ; **Negueruela *et al.* 1995**, p. 189-195 ; **2000**, p. 1671-1672.
[272] **Cabrera *et al.* 1992**, p. 40-41.
[273] **Negueruela 2000**, p. 182.
[274] **Cabrera *et al.* 1992**.

pu être conservé du naufrage[275]. Cette prospection, qui a couvert au total 72 000 m², a permis de prélever une importante quantité de matériel actuellement restauré et conservé au Musée d'Archéologie sous-marine de Carthagène[276]. La seconde campagne s'est déroulée entre janvier et juin 1995[277]. Cette mission a entièrement été consacrée à la fouille de l'épave (fig. 70a) et à son extraction hors de l'eau dans le but de la traiter et l'exposer au public dans le cadre du Musée de Carthagène[278].

2. Matériel mis au jour et datation

L'important matériel découvert lors de la prospection conduite en 1993-1994 autour de la première épave a permis d'identifier, avec 72% de céramique appartenant à la période phénicienne, un bateau d'origine phénicienne naufragé dans la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C.

3. État de conservation de la coque et étude

L'épave, au moment de sa découverte, était fragmentée et incomplète (fig. 70b). La quille a été conservée sur près de 4 m : elle est intacte au niveau de son extrémité nord, tandis que son extrémité sud est fracturée. L'étrave et l'étambot n'ont pas été conservés. Il ne reste du bordé que neuf éléments de virures, très fissurés mais encore en connexion avec la quille. Quatre membrures ont également été dégagées, dont trois encore en place. Au total, seule une surface d'environ 1,80 m² de la coque de ce navire a été parfaitement conservée grâce à la couche de sable qui recouvrait l'épave avant son dégagement.

L'étude architecturale de l'épave a été conduite par I. Negueruela qui n'en a, pour le moment, publié que des informations très laconiques auxquelles je me rapporterai pour présenter cette épave[279].

4. Présentation architecturale

La pièce de quille mise au jour présente, dans sa partie centrale, une section rectangulaire plate avec une largeur de 17 cm pour une hauteur de 10 cm. Elle présente, sur son extrémité conservée, un aménagement pour un assemblage avec une pièce postérieure, l'étrave ou l'étambot, qui a disparu. D'après I. Negueruela, cet aménagement consisterait en

[275] **Negueruela *et al.* 1995**, p. 190-192.
[276] **Negueruela *et al.* 1995**, p. 192-195 ; 2000, p. 1672.
[277] **Negueruela *et al.* 2000**, p. 1672-1673.
[278] Pour les détails concernant l'extraction et le traitement de cette épave, cf. **Gómez-Gil Aizpurua, Luis Sierra Mendez 1996**.
[279] Cf. **Negueruela *et al.* 1995**, p. 195-196 ; **2000**, p. 1672-1673, mais également cf., pour quelques informations complémentaires **Gómez-Gil Aizpurua, Luis Sierra Mendez 1996**, p. 218-220.

deux tenons perpendiculaires pratiqués dans l'épaisseur de l'extrémité de la quille[280]. Il s'agirait donc, d'après sa description, d'un écart simple servant à réunir deux pièces de bois bout à bout au moyen de tenons taillés directement dans la masse de bois de l'extrémité de la quille, correspondant à la partie "mâle" de l'assemblage, et insérés dans des mortaises qui devaient être pratiquées dans l'extrémité de l'étrave ou de l'étambot, correspondant à la partie "femelle" de l'assemblage. En revanche, et toujours selon Negueruela, aucune clef ou cheville ne viendrait verrouiller cet écart. Un tel assemblage aussi rudimentaire, n'est cependant pas suffisant, en l'absence d'éléments de blocage, pour assurer une liaison solide entre deux pièces de bois soumis à de fortes tenions. Aussi, tout laisse supposer que soit l'observation du système n'a pas été finement effectuée et qu'un système de blocage existait bel et bien, soit il devait y avoir des pièces de contrebutement destinées à assurer le maintien et l'efficacité de l'écart quille-étrave et/ou quille-étambot.

Les faces latérales de la quille sont chacune entaillées d'une râlure dans laquelle vient se loger le galbord selon une implantation qui détermine des fonds relativement plats du navire[281]. De même que pour la portion de bordé conservée, l'ensemble, quille-galbord, est assemblé par des languettes insérées dans des mortaises et tenues en place par des petites chevilles de blocage. I. Negueruela ne donne aucune dimension concernant ces points d'assemblage, de même qu'il ne donne aucune indication sur le réseau de mortaisage mis en œuvre. L'étanchéité de la coque serait par ailleurs assurée par un tissu, placé dans les joints de virure, et tenu en place par une ligature – une tresse – passée dans des petits canaux percés le long des bords. Là encore, aucun détail concernant ce système – dont I. Negueruela assure qu'il ne s'agit en aucun cas de l'assemblage des virures en tant que tel mais bien d'un type de calfatage – n'est donné, et aucune photographie et/ou dessin n'est par ailleurs publié pour l'illustrer. Des observations de détail des assemblages et de ce système de calfatage n'ont visiblement pas été effectuées de manière précise dans la mesure où cette portion de bordé était recouverte d'une couche de résine, dont la fonction était de renforcer l'étanchéité de la coque, et qui n'a pas été enlevée pour l'étude.

Des joints en biseau ont néanmoins été repérés sur les virures 3, 4 et 6. Ces biseaux se situent logiquement au niveau des extrémités, là où la courbure des virures est la plus prononcée afin de fermer la coque. I. Negueruela a par ailleurs observé que la virure 8 était plus large et plus épaisse que les autres virures[282]. Il ne donne pour autant aucune dimension de cette virure, ni même des huit autres virures conservées. Cette virure 8 présenterait également des caractéristiques qui lui font penser qu'elle pourrait provenir d'un autre navire et aurait été réutilisée ici, à moins qu'elle ne corresponde à une réparation. Ne disposant d'aucun détail concernant les dimensions globales du bordé ni les caractéristiques de cette

[280] Description donnée par I. Negueruela lors d'un entretien (cf. *infra* § concernant « l'étude de *Mazarron 2* »).
[281] Idem note précédente.
[282] Indication donnée dans **Negueruela *et al.* 2000**, p. 1673.

virure, il est difficile d'en juger, mais étant donné la position de cette virure dans la coque (8ème virure) et son importance par rapport aux sept premières virures, il semble tout à fait possible qu'il s'agisse, soit d'une "virure de réglage", comme c'est le cas sur le navire *Jules-Verne 7*[283] (cf. *infra*, p. 187), soit d'une préceinte.

Les quatre membrures conservées sont de section circulaire et elliptique. La première membrure est complète et mesure 61 cm de long pour un diamètre maximal de 6 cm. La seconde membrure est fragmentée en deux parties : elle mesure 88 cm de long pour un diamètre de 6,5 cm. La troisième membrure, la plus grande, mesure 96,5 cm de long pour un diamètre de 6,5 cm. Elle part de la quille et atteint la 8ème virure. La quatrième membrure a été trouvée en dehors de sa position originale. Aucune mesure n'est donnée la concernant. Il s'agit de petites membrures légères qui ont été façonnées dans du figuier[284]. Elles sont assemblées au bordé au moyen de ligatures dont certaines ont été conservées en place (fig. 70a). Aucun détail n'est cependant donné concernant ce type d'assemblage qui semble néanmoins être le même que celui utilisé sur l'épave 2 de Mazarron (cf. *infra*).

Aucun autre élément architectural n'a été découvert mais la quille présente, sur sa face supérieure, une série de six mortaises correspondant peut-être à l'insertion d'épontilles qui n'ont pas été conservées. Des fragments d'une natte de protection, destinée à recouvrir le fond de la coque afin de la protéger de la cargaison, ont également été conservés.

C. L'épave 2 de Mazarron : *Mazarron 2*

1. Fouille et protection de l'épave

C'est au cours de la prospection systématique, conduite en 1994 autour de la première épave, qu'une seconde épave a été découverte à une distance approximative de 50 m de la première, dans moins de 2 m d'eau. Des membrures affleuraient alors à la surface et présentaient une forme similaire à celles de la première épave. Dans un premier temps, une coupe de 2 × 2 m a été effectuée dans la zone centrale de l'embarcation (fig. 70c). Le bateau a ensuite fait l'objet d'une fouille (fig. 70d). La cargaison a été enregistrée *in situ* et a été prélevée. En revanche, aucun relevé de la coque – ni coupe longitudinale, ni coupe transversale – n'a été réalisé. La coque, en 2001, était toujours conservée *in situ*, protégée par une « cage forte », c'est-à-dire une structure métallique de protection fermée[285]. Le

[283] Cf. **Pomey 1998 a** ; p. 64.
[284] Indication donnée par I. Negueruela au cours d'un séminaire présenté à Paris en nov. 2001 (dans le cadre des séminaires proposés et animés par M. Gras, Paris I).
[285] **Negueruela 2000**, p. 193-195.

conservateur attend que la construction du nouveau Musée archéologique de Carthagène soit achevée pour assurer, par le prélèvement de l'épave et les traitements de conservation appropriés, sa mise en valeur. Dans ce processus, il n'est cependant pas prévu de démonter la coque pour l'étudier de manière approfondie.

2. Matériel mis au jour et datation

Contrairement à la première épave, pour laquelle la cargaison d'origine du bateau a été retrouvée éparpillée sur une large surface autour du point central du gisement, cette seconde épave présentait l'essentiel de son chargement encore en place. Celui-ci était composé d'amphores phéniciennes de type Trayamar 1, de meules en granit et surtout d'une importante cargaison de lingots de plomb se présentant sous forme de galettes. Il est étonnant que cette précieuse cargaison n'ait pas été récupérée après le naufrage si l'on considère en effet que l'essentiel de celle du bateau précédent a probablement été prélevé et que ces deux embarcations reposaient, l'une comme l'autre, dans moins de 2 m d'eau[286].

La cargaison encore en place, et notamment les amphores phéniciennes de type Trayamar 1, date le naufrage de ce bateau également de la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C. Des prélèvements d'échantillons, un sur le bois de fardage et deux sur la coque, ont par ailleurs été réalisés afin de procéder à des analyses au carbone 14. Les résultats donnent, pour la coque, une chronologie qui oscille entre 2760 ± 30 B.P. et 2490 ± 30 B.P., soit une fourchette chronologique large comprise entre 790 et 460 av. notre ère. Les résultats concernant le bois de fardage donnent une fourchette chronologique encore plus large comprise entre 832 et 441 av. notre ère. C'est donc finalement le matériel archéologique qui date le plus finement cette épave de la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C.

3. État de conservation de la coque et étude

La coque de ce bateau, contrairement à la première épave, est presque entièrement conservée et est dans un excellent état de conservation. Sur un axe longitudinal (quille, étrave et étambot) entièrement préservé – sur une longueur totale de 8 m – le bordé, côté tribord, est conservé jusqu'au plat-bord et du côté bâbord, seules quelques virures manquent en haut de la muraille. Presque toutes les membrures sont en place (fig. 70d).

L'étude architecturale sommaire de cette seconde épave, également assurée par I. Negueruela, n'a donc pour le moment été publiée que sous forme d'un bref paragraphe concernant ses caractéristiques principales[287]. Ce dernier en a par ailleurs fait une présentation

[286] Au moment du naufrage de ces navires, le niveau de la mer, dans la baie de Mazarron était en effet plus haut de 0,50 m seulement.
[287] **Negueruela *et al.* 2000**, p. 1673-1674.

en 2001 au cours d'un séminaire animé par Michel Gras[288]. C'est surtout sur cette présentation, et sur un échange particulier qui a suivi avec I. Negueruela, que je m'appuierai pour présenter ces données.

4. Présentation architecturale

Aucune mesure concernant la quille n'a été publiée ni communiquée lors du séminaire donné par I. Negueruela. D'après les photographies présentées au cours de ce séminaire, elle semblerait néanmoins être de petite section. L'assemblage quille-étrave, quille-étambot est également vraisemblablement assuré, comme pour le premier navire, par un écart simple visant à réunir deux pièces bout à bout au moyen de tenons, pratiqués dans les extrémités de la quille, et insérés dans des mortaises pratiquées dans l'extrémité de l'étrave et de l'étambot[289]. De même, l'absence d'éléments de blocage semble curieuse pour un assemblage aussi élémentaire que celui-ci et il est donc probable, comme pour le premier navire, que la présence d'une éventuelle clef de blocage n'aura pas été observée à moins que des pièces de contrebutement venaient consolider cet écart et assurer ainsi son efficacité.

Les virures mesurent environ 1,9 à 2,3 cm d'épaisseur[290]. Le bordé, de même que l'ensemble quille-galbord, est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés. De même que pour la première épave, nous ne disposons d'aucune indication concernant les dimensions de ces points d'assemblage ni leur rythme d'implantation dans la coque. Le même système de calfatage – avec un tissu placé dans les joints de virure et tenu en place par des ligatures – aurait également été employé sur ce navire. D'après les indications d'I. Negueruela, les canaux, pour le passage des ligatures, seraient disposés à environ 1 mm du bord des virures et traverseraient, pour moitié seulement, l'épaisseur du bordé. Ce qui signifie que chaque paire de canaux, disposée en vis-à-vis sur les joints de virure, devait former un V caractéristique pour le passage des ligatures. Aucune cheville ne viendrait bloquer les ligatures dans leurs passages. Nous ne disposons d'aucun élément supplémentaire concernant ce système d'étanchéité pour lequel I. Negueruela n'a par ailleurs présenté ni photographie ni dessin. Afin de parfaire l'étanchéité de la coque, celle-ci était également recouverte de résine qui a été analysée comme étant du copal – c'est-à-dire une substance résineuse provenant d'arbres tropicaux. Ce type de résine ne se trouve qu'en Polynésie et en Afrique Noire. Aussi, il est évident que la résine qui recouvrait la coque du navire de Mazarron provient d'Afrique. La découverte de treize défenses d'éléphants portant des inscriptions phéniciennes dans le port de Mazarron[291] renforce par ailleurs cette provenance du continent africain et amène à

[288] Séminaire donné à la Sorbonne, Paris I, le 22 nov. 2001.
[289] Description donnée par I. Negueruela lors de notre entretien.
[290] Il s'agit là d'une fourchette donnée par I. Negueruela lors de notre échange mais il ne m'a pas confirmé ces mesures par la suite.
[291] Information communiquée par I. Negueruela au cours du séminaire.

s'interroger sur les échanges des Phéniciens avec l'Afrique Noire ainsi que sur les routes commerciales suivies à cette époque – sujet qui ne sera cependant pas abordé ici.

Pratiquement toutes les membrures – mais on ne sait pas au total combien – ont été conservées en place. Elles sont de section circulaire et présentent un diamètre semblable aux membrures du navire précédent, de l'ordre de 6 cm environ. D'après les photographies présentées par I. Negueruela lors du séminaire, le système de membrure semble être composé d'une succession de couples dont la maille serait de l'ordre de 70 cm[292]. La membrure est assemblée au moyen de ligatures selon le même système que celui utilisé dans le précédent navire, à savoir : des ligatures qui seraient passées transversalement, et de manière oblique, sur le dos des membrures et dans des canaux percés dans l'épaisseur des bordages, à proximité des joints de virure. Pour chaque point d'assemblage, la ligature serait en fait passée dans des canaux percés dans l'épaisseur de deux virures adjacentes et formerait une croix sur le dos de la membrure. Ainsi la ligature fixerait la membrure au bordé en même temps qu'elle renforcerait l'assemblage des virures entre elles[293]. Aucune cheville ne viendrait par ailleurs bloquer la ligature dans son passage, ce qui signifie, si cette observation se confirme avec la suite des publications, que les canaux percés dans le bordé ne devaient pas traverser toute son épaisseur et devaient être disposés par paire afin de former un V de sorte que les ligatures puissent entrer et ressortir sur la face interne du bordé.

La membrure, de par ses faibles dimensions, ne semble pas avoir eu un rôle structural, ni de renforcement très déterminant de la coque et on s'étonnera par ailleurs du choix médiocre du bois (figuier) pour la réalisation des couples[294]. Cette membrure devait par conséquent surtout avoir un rôle de maintien en forme de la coque.

D'après les photographies présentées lors du séminaire, il semble que ce navire ait été pourvu d'une carlingue courant d'une extrémité à l'autre de la coque et présentant une cavité d'emplanture percée dans sa face supérieure. I. Negueruela n'a cependant pas évoqué l'existence de cette pièce structurale du navire[295].

L'embarcation présente également toute une série de baux transversaux qui se présentent sous forme de planches et qui sont fixés juste en dessous du plat-bord. Dans l'un des baux situé à la proue se trouve, à chacune de ses extrémités, une large mortaise de forme quadrangulaire qui traverse toute l'épaisseur de la pièce. I. Negueruela, qui s'appuie sur l'iconographie de vases ibères du III^{e} s. représentant des scènes de navigation – sans pour

[292] Information communiquée par I. Negueruela lors de notre échange.
[293] Information communiquée par I. Negueruela lors de notre échange.
[294] Information communiquée par I. Negueruela au cours du séminaire.
[295] Dans l'"encyclopédie" les ***Maîtres de la mer***, l'existence d'un « mât » prélevé sur l'épave 2 de Mazarron est évoqué sans qu'aucun détail, sur ce mât ou sur l'emplanture, ne soit cependant donné (cf. ***Maîtres de la mer, les Phéniciens et les Grecs* 2003**, p. 43).

autant donner de référence précise –, propose de voir pour ces deux mortaises l'implantation d'une sorte d'étendard qui aurait disparu ou aurait été récupéré à la suite du naufrage. De tels aménagements, selon lui, auraient encore existé sur les barques traditionnelles du Portugal au début du XX^{e} s. Je pense qu'il est aussi possible de proposer une autre hypothèse concernant l'implantation de ces mortaises. Un modèle de navire marchand punique en terre montre en effet, sur l'avant du navire, un gaillard soutenu par deux épontilles insérées, à leur base, à chaque extrémité d'un bau qui se présente sous la forme d'une planche[296] (fig. 70e). Cette hypothèse d'insertion d'épontilles pour soutenir une superstructure avant, en l'occurrence un gaillard, me paraît plus satisfaisante que l'hypothèse d'un étendard sans doute utilisé pour des bateaux de parade.

Pour terminer, des fragments de nattes de protection ont également été retrouvés dans le fond de la coque.

D. Système et type architectural, conception et procédés de construction des navires *Mazarron 1* et *Mazarron 2*

Les deux épaves de Mazarron présentent les mêmes modules ainsi que les mêmes systèmes et les mêmes types architecturaux. À savoir une charpente axiale constituée d'une quille plus large que haute aux extrémités de laquelle sont assemblées, apparemment au moyen d'un écart simple, les pièces d'étrave et d'étambot ; un bordé entièrement assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés mais dont l'étanchéité serait assurée par un système de calfatage employant un tissu inséré dans les joints de virure et tenu en place par un système de ligatures longitudinales ainsi que par une couche de résine qui recouvrait l'intérieur et l'extérieur du bordé ; ainsi qu'une membrure constituée de varangues de forme cylindrique de petite section disposées de manière très espacée et dont l'assemblage au bordé est assuré au moyen de ligatures végétales externes qui enserrent le dos des varangues en même temps qu'elles renforceraient la liaison des virures entre elles. Ce type de construction, où le bordé – assemblé de manière homogène dans toutes ses parties – joue le rôle de structure dominante de la coque et où la membrure – relativement faible dans ces deux navires – joue un rôle secondaire de renfort transversal renvoie donc à une conception « longitudinale sur bordé »[297]. Étant donné le peu d'élément dont nous disposons pour ces deux navires, il est en revanche impossible d'appréhender les procédés de construction mis en œuvre.

[296] Cf. **Basch 1987**, fig. 828, p. 398.
[297] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

E. Type des navires *Mazarron 1* et *Mazarron 2*, espace de navigation et origine

Concernant les dimensions et les formes, ces deux épaves correspondent à des petites embarcations d'environ 8 m de long aux fonds de carène relativement plats. D'après I. Negueruela, ces navires présenteraient également une proue relativement élancée.

Le type architectural et le lieu de découverte de ces embarcations renvoient à des bateaux de mer. Néanmoins, étant donné leur faible dimension, de l'ordre de 8 m, et leur fond relativement plat, il devait probablement s'agir de petits caboteurs destinés à effectuer une navigation côtière de proximité. Concernant leur origine, le matériel qu'ils transportaient, au moment de leur naufrage, les inscrit dans un contexte phénicien et on suppose qu'ils servaient pour le transport de marchandises entre les différents lieux de production des Phéniciens et plus particulièrement, comme le montre la seconde épave, pour le commerce des métaux. Les spécialistes du monde phénicien ne savent cependant pas si ces bateaux renvoient aux Phéniciens de Carthage ou aux Phéniciens de Tartessos, située en Andalousie méridionale. Le lieu de naufrage et les dimensions de ces bateaux plaident néanmoins en faveur de la seconde hypothèse. Vraisemblablement, ces petits bateaux, destinés au transport de marchandises, et notamment au commerce des métaux, évoluaient donc dans un espace de navigation limité situé entre Tartessos, à l'extrême sud de la péninsule ibérique, vers l'actuelle Malaga, et Carthagène. Ce morceau de côte est le plus élevé et le plus rocheux de toute la côte est de l'Espagne[298], déterminant ainsi un espace maritime caractérisé par des hauts-fonds auxquels sont généralement associés des vents irréguliers[299]. Dans cet espace maritime côtier, la baie d'Almeria, située à mi-chemin entre Tartessos et Carthagène offre néanmoins un lieu de mouillage favorable où les voiliers peuvent aujourd'hui encore venir se réfugier en cas de coup de vent brutal[300].

F. Conclusion

Les épaves *Mazarron 1* et *Mazarron 2*, datées de la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C., représentent les plus anciennes épaves découvertes en Méditerranée occidentale, et correspondent, de surcroît, aux seules épaves d'origine phénicienne, ayant livré des vestiges de leur coque, découvertes dans l'ensemble du bassin Méditerranéen. Leur étude est donc capitale pour la connaissance de la construction navale d'origine phénicienne et ses rapports avec la construction méditerranéenne en générale et gréco-romaine en particulier. Mais d'ores et déjà, l'emploi certain de tenons et mortaises pour la liaison du bordé de ces navires

[298] Cf. les ***Instructions Nautiques sur les côtes sud et est d'Espagne* 1901**, p. 71.
[299] Cf. **Beaudouin 1975**, p. 3.
[300] ***Instructions Nautiques sur les côtes sud et est d'Espagne* 1901**, p. 72.

conforterait une origine phénicienne de cet assemblage comme le laisse supposer un certain nombre d'éléments et notamment un texte de Caton qualifiant l'assemblage par tenons et mortaises de *« coagmenta punicana »* (*De Agricultura*, XXI, 18, 9)[301]. Pour le moment cependant, et en attendant une publication exhaustive concernant l'architecture navale, l'essentiel de ces épaves reste inédit et suscite de nombreuses questions relatives notamment au système d'assemblage pour lequel très peu de détails ont été publiés et au système de calfatage insolite pour lequel la description donnée par I. Negueruela semble peu fiable. Aussi, en raison de ces incertitudes, je ne retiendrai, dans mon analyse, que l'assemblage des membrures au bordé au moyen de ligatures, bien attesté par les dessins et les photographies publiées, et ne tiendrai pas compte, en revanche, de ce système de calfatage insolite.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale des épaves de Mazarron :

CABRERA P., PINEDO J., ROLDÁN B., BARBA J. S. et PERERA J.

1992, Campaña de cubrición del yacimiento subacuatico de la Playa de la Isla (Mazarrón – Murcia), *II Jornadas de Arqueología Subacuatica en Asturias (Gijón, 1991)*, Universidad de Oviedo, p. 37-43.

CABRERA BONET P., PINEDO REYES J., ROLDÁN BERNAL B., SANTOS BARBA FRUTOS S. et PERERA RODRÍGUEZ J.

1997, Campaña de cubrición del yacimiento subacuático de la Playa de la Isla (Mazarrón – Murcia), *Memorias de Arqueologia 1991*, n°6, Murcie, p. 150-156.

GÓMEZ-GIL AIZPURUA C. et LUIS SIERRA MÉNDEZ J.

1996, Extracción y tratamientos del barco fenicio (Barco I) de la Playa de la Isla (puerto de Mazarrón, Mazarrón), *Cuadernas de Archeologia Maritima*, n°4, Carthagène, p. 217-225.

Maîtres de la mer, les Phéniciens et les Grecs[302]

2003, (L'Encyclopédie d'Archéologie Sous-Marine), Periplus, Londres, p. 41-49.

NEGUERUELA I.

2000, Managing the maritime heritage: the National Maritime archaeological Museum and National Centre for Underwater Research, Cartagena, Spain, *IJNA*, 29.2, p. 179-198.

NEGUERUELA I., PINEDO J., GÓMEZ M., MIÑANO A., ARELLANO I. et BARBA J. S.

1995, Seventh-century BC Phoenician vessel discovered at Playa de la Isla, Mazarron, Spain, *IJNA*, 24.3, p. 189-197.

2000, Descubrimiento de dos barcos fenicios en Mazarrón (Murcia), dans *Actas del IV Congresso Internacional de estudios fenicos y púnicos, Cádiz, oct. 1995, vol. IV*, Servicio

[301] Pour plus de détails concernant cette hypothèse développée par P. Pomey, cf. **Pomey 1997**, p. 201 et **Kahanov, Pomey 2004**, p. 24-25.

[302] Si le contenu et la valeur scientifique des textes de cette "encyclopédie" sont d'un niveau très médiocre, la qualité des illustrations est en revanche excellente et c'est donc uniquement pour cette raison que cette référence est indiquée ici. J'ai notamment repris certaines des photographies publiées pour illustrer mon paragraphe sur les épaves de Mazarron.

de Publicaciones Universidad de Cádiz, Cadix, p. 1671-1679.

ROLDAN BERNAL B., PERERA RODRÍGUEZ J., SANTOS B. FRUTOS J. et PINEDO REYES J. 1994, El Fondeadero de la Playa de la Isla. Avance preliminar, *El Mondo Pùnico : historia, sociedad y cultura*, Murcie, p. 503-516.

Mazarrón, Internet : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

VI. L'épave de Giglio (Italie, vers 580 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave de Giglio se trouve sur les côtes de Toscane, en Italie (fig. 38). Elle a été découverte en 1961 par un plongeur anglais, Reg Vallintine, au cours d'une exploration sur la côte nord de l'île de Giglio d'où elle tire son nom, et plus exactement dans la baie de Campese. Elle reposait par 45-50 mètres de profondeur au pied d'un rocher appelé *Secca i Pignocchi*, qui fut probablement à l'origine de son naufrage[303].

B. Prospection et fouille de l'épave[304]

Ce n'est qu'en 1981, vingt ans après la découverte de l'épave, que Mensun Bound, (association MARE, Oxford) a organisé, avec l'aide de R. Vallintine, une campagne de prospection dans la baie de Campese. L'épave ayant fait l'objet, durant toute cette période, de nombreux pillages, l'objectif de cette campagne était de retrouver la localisation exacte de l'épave et tenter d'évaluer le potentiel archéologique du gisement. Les résultats positifs de cette prospection ont conduit M. Bound à organiser, dès l'année suivante, une première campagne de fouille. De 1982 à 1986, l'épave de Giglio a finalement fait l'objet d'une fouille exhaustive sous la direction de M. Bound en collaboration avec la Surintendance archéologique de Toscane[305].

C. Matériel mis au jour et datation

Malgré les nombreux pillages dont l'épave a fait l'objet, un matériel abondant a été mis au jour lors de la fouille du gisement dont des amphores, de la vaisselle, des lampes ainsi que des objets métalliques et des objets en bois[306].

Les amphores appartiennent à quatre groupes distincts provenant de quatre régions différentes de la Méditerranée : d'Étrurie, de Grèce de l'Est, de Samos, et d'un centre d'origine phénico-punique. Ce sont les amphores étrusques (130 au total) qui sont majoritaires dans ce chargement ; la plupart de ces amphores transportaient des olives, tandis que les autres étaient remplies de poix ou de vin. La vaisselle mise au jour sur l'épave se

[303] **Bound, Vallintine, 1983** ; **Bound 1991 a**, p. 5-9.
[304] **Bound 1985 a**, p. 49-51; **1985 b**, p. 65 et 67; **1990 a**; **1990 b**; **1991 a**, p. 11; **1991 b**; **1991 c**.
[305] **Bound 1985 a** ; **1991 a**, p. 11-13.
[306] **Bound, Vallintine 1983**, p. 113-118 ; **Bound 1985 a**, p. 51 ; **1991 a**, p. 14-32 ; **Cristofani 1996**.

compose en grande majorité de céramiques corinthiennes (cratères, *skyphos*, *œnochoés* et *aryballes*) ; mais également de céramiques de Laconie (Sparte) (tasses, bols et *aryballes*), de coupes ioniennes, d'un lécythe samien ainsi que de canthares en *bucchero nero* et d'*aryballes* d'Étrurie. Trois lampes d'origine grecque ont également été découvertes intactes.

Parmi les objets en métal, on compte une cruche en argent, des poids de pêches (135 au total), des pointes de flèches (une trentaine), des barres de fer ainsi que des lingots en plomb et en cuivre. Le navire était également chargé de petites pépites de cuivre que M. Bound interprète comme des monnaies d'échange. Enfin, un casque d'apparat ayant appartenu à un soldat a été découvert ; selon M. Bound, ce casque est d'origine corinthienne[307].

Divers objets en bois ont également été extraits du gisement. Il s'agit notamment d'objets utilitaires (plats), d'une tablette à écrire, d'instruments ou d'outils et d'une paire de compas de charpentier[308].

Le matériel découvert dans l'épave a permis de dater le naufrage du navire du début du VI^{e} s. av. J.-C. et plus précisément de 580 av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale du navire

1. État de conservation de la coque et étude

De la coque du navire de Giglio, il n'a été conservé qu'un petit fragment de quille, présenté par M. Bound comme étant l'extrémité arrière de la quille[309], et à laquelle étaient encore assemblés des fragments de bordé : sur un des côtés de la quille, des éléments des trois premières virures étaient encore en place tandis que de l'autre côté, seul un morceau du galbord a été préservé, déconnecté de la quille. Aucun élément de membrure n'a été conservé. L'état de conservation de l'ensemble de ces vestiges mis au jour était relativement mauvais. Par ailleurs, le bois était recouvert par la poix des amphores cassées, ce qui a rendu, associé à la mauvaise visibilité à 50 m de profondeur, le travail d'observation et d'enregistrement *in situ* difficile. Les vestiges ont donc été prélevés afin d'être étudiés à terre. L'étude architecturale a été assurée par M. Bound. Ses résultats ont donné lieu à une bibliographie abondante dont un article paru en 1985 dans l'ouvrage *Sewn Plank Boats* et une courte monographie publiée en 1991 dans la revue *Enalia* sont les plus importants[310].

2. Présentation architecturale

[307] **Bound 1991 a**, p. 9-10.
[308] Concernant ce compas, cf. **Bound 1995**.
[309] **Bound 1991 a**, p. 31.
[310] **Bound 1985 a**, p. 52-62 ; **1991 a**, p. 31-34.

Concernant le fragment de pièce le plus important mis au jour et que M. Bound présente comme étant l'extrémité arrière de la quille, P. Pomey pense, au contraire, par analogie avec un fragment identique découvert sur l'épave *Jules-Verne 9* (cf. *infra*, p. 170), qu'il s'agirait plus vraisemblablement d'un fragment d'étambot[311]. La similitude de cette épave avec d'autres épaves appartenant à la même famille architecturale (*Bon Porté 1* et *Jules-Verne 9* – cf. 4ème partie, p. 631) conforte en effet cette hypothèse et cette pièce sera désormais considérée comme un fragment d'étambot et non plus comme une section de quille[312]. Le fragment de pièce d'étambot mis au jour est donc de section quadrangulaire. Il mesure, au niveau de son extrémité cassée, 20,6 cm de hauteur pour une largeur de 19,6 cm. Il présente par ailleurs un profil évolutif et son épaisseur diminue pour atteindre, au niveau de son extrémité conservée, une hauteur de 11,9 cm, sa largeur étant toujours de 19,6 cm (fig. 71a). Cette diminution de la hauteur de la pièce laisse ainsi supposer que ce fragment correspondait à l'extrémité de l'étambot, aménagé pour un écart en « trait de Jupiter » destiné à assembler cette pièce d'étambot à la quille. Sur cette extrémité M. Bound indique par ailleurs que la pièce recevait des languettes pour son assemblage avec la pièce ultérieure[313], s'agissant en l'occurrence, dans l'identification nouvelle de ce fragment, de la quille. Les languettes dont il est question devaient donc vraisemblablement correspondre aux clefs de blocage dont la fonction était de verrouiller l'écart en « trait de Jupiter ». L'extrémité de la pièce d'étambot est également entaillée d'une profonde râlure dans la partie supérieure de ses joues destinée à recevoir le galbord et les têtes de virure (fig. 71a). Il semble que l'assemblage du galbord à l'étambot était assuré par des chevilles biaises et des ligatures. L'auteur a en effet observé en deux endroits de l'étambot, sous la couche de poix qui recouvrait celui-ci, des fragments de cordes qui dépassaient. Il a également noté la présence d'une cheville en bois qui sortait de manière oblique sur un côté de la pièce (fig. 71b).

Incontestablement, le bordé, lui, a bien été assemblé au moyen de chevilles horizontales et de ligatures (fig. 71b). Les chevilles horizontales sont insérées dans les cans des bordages – selon un écartement qui n'est pas précisé dans les publications – et sont destinées à les maintenir en place durant leur assemblage effectif réalisé au moyen de ligatures végétales ; il s'agit donc d'éléments de pré-assemblage. La ligature, dont de rares fragments ont été conservés (fig. 71c), passait à l'origine de manière continue et longitudinale dans des cavités tétraédriques percées le long des bords des faces internes des bordages –

[311] **Pomey 1997**, note 9, p. 202.
[312] Concernant l'orientation du navire, on ne sait pas sur quoi M. Bound se fonde pour affirmer que les vestiges de coque conservés correspondaient à l'arrière du navire (cf. **Bound 1991 a**, p. 31). Néanmoins, et par commodité, on gardera cette orientation hypothétique et on parlera donc d'« étambot », tout en gardant à l'esprit qu'il pourrait tout aussi bien s'agir de l'étrave. Étambot ou étrave, les deux pièces devaient en effet probablement présenter, dans les deux cas, les mêmes particularités et Y. Kahanov et P. Pomey emploient pour leur part le terme significatif de *« endpost »* qui désigne, indifféremment, la pièce d'étrave ou la pièce d'étambot (cf. **Kahanov, Pomey 2004**, p. 14).
[313] **Bound 1991**, p. 31.

selon un écartement de 5,6 cm – et à partir desquelles prenaient naissance des canaux obliques qui aboutissaient sur le can inférieur des bordages. Dans les canaux ont été retrouvées des petites chevilles tronconiques (de 1,1 cm de diam. pour une longueur max. de 5 cm) qui étaient destinées à bloquer la ligature dans son passage en plus d'assurer l'étanchéité de l'assemblage. Afin de renforcer l'étanchéité, l'ensemble était par ailleurs recouvert d'une couche de poix. Concernant le bordé, M. Bound ne donne aucune indication pour l'épaisseur des virures ; on peut néanmoins la mesurer, sur la fig. 71a, à environ 4 cm (pour les virures de galbord et de ribord).

Aucune membrure du navire n'a été conservée. M. Bound pense qu'elles ont disparu, d'une part, en raison de l'action des pilleurs sur le site et, d'autre part, en raison de leur assemblage au bordé – sans doute également effectué au moyen de ligatures végétales – qui n'a pas été conservé et aurait ainsi séparé les membrures de la coque, entraînant leur disparition.

Trois pièces de bois, dont l'identification précise n'a pas été établie, ont également été découvertes lors de la campagne 1983. Deux de ces pièces se chevauchaient et la troisième a été découverte à proximité. Aucune n'était en place. Ces éléments présentent des traces d'assemblage par ligatures (fig. 71d) dont une a été conservée en place : elle est passée au travers d'une paire de canaux simples percés de part en part sur l'extrémité de l'une de ces pièces qui présentent également les mêmes paires de canaux positionnées sur leurs extrémités. Étant donné que ces pièces n'ont pas été retrouvées en connexion avec des éléments de la structure du navire, il est difficile de déterminer leur fonction d'origine. Il semble néanmoins probable que ces pièces proviennent de la superstructure du navire.

Les analyses xylologiques ont montré l'utilisation de pin sylvestre pour les fragments de bordé mis au jour ainsi que l'utilisation d'olivier et de noisetier pour les petites chevilles. Le sapin, l'olivier, le frêne et le chêne ont également été identifiés lors de l'analyse des échantillons mais les structures ou les pièces pour lesquelles ces essences ont été employées n'est cependant pas spécifié[314].

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire de Giglio

Le type architectural révélé par l'épave de Giglio montre un navire constitué d'une charpente axiale, avec une pièce d'étambot assemblé à la quille par un écart en « trait de

[314] Cf. **Abbate Edelman, Giachi 1989** ; **Bound 1991 a**, p. 31.

Jupiter » et dont les joues sont entaillées d'une râblure destinée à recevoir les cans des galbords ainsi que les têtes de virures. Le bordé est constitué de virures dont l'assemblage à franc-bord est assuré, comme pour l'ensemble étambot-galbord, par des chevilles de pré-assemblage insérées dans les cans des pièces et par un système de ligatures longitudinales passées au travers de tétraèdres. Dans ce système architectural, le bordé, assemblé dans toutes ses parties, joue donc le rôle de structure portante et dominante tandis que la membrure devait venir renforcer transversalement la structure, jouant ainsi un rôle secondaire. Ce système renvoie donc à une conception « longitudinale sur bordé »[315]. Il est en revanche impossible, en raison du peu de vestiges conservés, d'étudier les procédés de construction mis en œuvre pour la réalisation du navire. Il faut néanmoins signaler qu'A. J. Parker indique la présence de marques de charpentier retrouvées incisées sur les virures et dont la fonction était probablement de guider la construction pour la mise en place des membrures[316].

F. Type du navire de Giglio, espace de navigation et origine

L'épave de Giglio correspond à un navire quillé de mer dont la forme, en raison du peu de vestiges conservés, ne peut être déterminée. De même, aucun calcul de la dimension ni du port en lourd du navire n'a pu être fait. Les modules de l'étambot et du bordé (env. 4 cm d'ép.) renvoient cependant probablement à un navire de taille importante que M. Bound estime à environ 25 m[317]. Les modules des pièces indiquées se rapprochent néanmoins du navire *Gela 1* dont la longueur est d'environ 20 m (cf. *infra* p. 209). Il semble donc préférable, au vu de cette comparaison, d'estimer la longueur du navire de Giglio aux alentours de 20 m également, ce qui représente déjà un navire de taille importante.

Concernant l'espace de navigation et le port d'origine, ou tout du moins la zone de provenance du navire, c'est en fait le chargement que transportait le navire qui nous renseigne ici. L'abondante cargaison, de nature et d'origine très variées, découverte sur l'épave nous révèle en effet un navire de commerce évoluant dans un espace nautique hauturier, de la Méditerranée orientale à la Méditerranée occidentale. M. Bound a d'abord déterminé une origine gréco-étrusque ou étrusque pour le navire, situant son port de provenance en Étrurie centrale[318]. M. Cristofani pense au contraire, en soutenant que le navire appartenait à un *naukleros* grec-oriental, que le navire de Giglio est d'origine grecque-orientale[319]. Il a par

[315] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[316] Cf. **Parker 1992**, p. 192. On se demandera néanmoins, dans la mesure où M. Bound ne signale dans aucune de ses publications l'existence de ces marques, quelle est la source d'information de Parker.
[317] Estimation rapportée de manière dubitative par Y. Kahanov et P. Pomey (cf. **Kahanov, Pomey 2004**, tableau p. 21).
[318] **Bound 1985 a**, p. 51; **1985 b**.
[319] Il pense en effet que le propriétaire du navire devait faire partie d'un groupe de *naukleros* grecs orientaux, appartenant à l'aristocratie, et auxquels les Étrusques donnaient des lieux et des espaces pour les accueillir (cf. **Cristofani 1996**).

ailleurs tenté de reconstituer le dernier trajet du navire qui serait parti, selon lui, de Ionie, probablement de Samos, aurait fait étape à Corinthe, puis aurait accosté le long des côtes d'Étrurie pour vendre des produits grecs orientaux aux Étrusques et leur acheter des olives et du vin en amphores avant de venir finalement s'échouer devant l'île de Giglio. La question non résolue, concernant ce dernier itinéraire, est de savoir si cette dernière étape faisait partie d'une route de cabotage interne le long des côtes tyrrhéniennes ou si – et c'est l'avis de Cristofani – le navire s'engageait alors sur un trajet plus long à destination finale de la Gaule du Sud ou, moins probablement, de la Corse ou de la Sardaigne. Pour résumer l'origine de la cargaison et l'origine de l'armement du navire de Giglio, celui-ci serait donc en provenance de Samos ou de Phocée, armé par un *naukleros* grec d'Orient et assurait une liaison entre la Méditerranée orientale et la Méditerranée occidentale en transportant dans ses cales des produits venus de l'ensemble du bassin méditerranéen. M. Bats soutient également cette position et rajoute que le navire, après avoir transporté vers l'Occident des produits venus du bassin oriental de la Méditerranée, rapportait dans ses cales des amphores remplies du vin d'Étrurie[320].

Concernant maintenant l'origine de sa construction, et bien que très peu d'éléments de sa coque aient été conservés, P. Pomey a montré que ce navire se rattachait à la tradition grecque des bateaux cousus[321] probablement d'origine grecque orientale, et plus précisément ionienne[322].

L'ensemble de ces éléments – cargaison, armement et construction – situe donc le navire de Giglio en Grèce orientale.

G. Conclusion

L'épave de Giglio est l'une des épaves essentielles découvertes en Méditerranée, et ce pour deux raisons. La première est qu'il s'agit de l'un des plus anciens navires d'origine grecque archaïque découvert en Méditerranée occidentale et que le chargement qu'il transportait nous renseigne sur le commerce maritime et le type d'échange effectué à cette époque en Méditerranée. La seconde raison concerne les vestiges de coque mis au jour qui, bien que peu nombreux et très fragmentaires, témoignent, à la suite de l'épave *Bon Porté 1* découverte antérieurement (cf. *infra*, § suivant), d'un assemblage de ses bordés au moyen d'un système longitudinal de ligatures passées au travers d'évidements tétraédriques en relation avec des chevilles de pré-assemblage.

[320] **Bats 1996**, p. 577.
[321] **Pomey 1997**.
[322] **Kahanov, Pomey 2004**, *addendum*, p. 26.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Giglio :

ABBATE EDELMAN M.L. et GIACCHI G.

1989, I legni di un relitto navale recuperato presson l'isola del Giglio, *Studi Etruschi*, 55, p. 235-243.

BATS M.

1996, Les Grecs en Gaule et en Corse, dans Pugliese Carratelli G. (dir.), *Grecs en Occident*, Bompiani Editions, Milan, p. 577-584.

BOUND M.

1985 a, Early observations on the construction of the pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio: clues to the vessel's nationality, dans *Sewn Plank Boats*, p. 49-65.

1985 b, Una nave mercantile di età arcaica all'isola del Giglio, dans *Il commercio etrusco arcaico. Atti dell'Incontro di studio, déc. 1983*, Consiglio Nazionale delle Richerche, Rome, p. 65-70.

1990 a, The search of Giglio wreck, *Minerva*, 1, 1, p. 3-6.

1990 b, Excavating of Giglio wreck, *Minerva*, 1, 2, p. 19-22.

1990 c, ΤΟ ΑΡΧΑΪΚΟ ΝΑΥΑΓΙΟ ΣΤΗΝΗΣΟ GIGLIO ΤΗΣ ΙΤΑΛΙΑΣ (L'épave archaïque de l'île de Giglio), *Enalia*, II, 1/2, Hellenic Institute of Marine Archaeology, Athènes, p. 20-21.

1991 a, The Giglio wreck. A wreck of the Archaic period (c. 600 B.C.) off the Tuscan Island of Giglio. An account of its discovery and excavation: a review of the main finds, *Enalia*, supp. 1, Hellenic Institute of Marine Archaeology, Athènes.

1991 b, The pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio – First season report, dans *Studi e Materiali, Scienza dell'antichità in Toscana*, Giunta Regionale Toscana, *L'Erma di Bretschneider*, Vol. VI, Rome, p. 181-198.

1991 c, The pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio. Second iterim report. 1983 season, *Studi e Materiali, Scienza dell'antichità in Toscana*, Giunta Regionale Toscana, *L'Erma di Bretschneider*, Vol. VI, Rome, p. 199-244.

1995, The carpenter's callipers from the pre-classical wreck at Campese bay island of Giglio, Northern Italy (c. 600 BC), dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 99-110.

BOUND M. et VALLINTINE R.

1983, A wreck possible Etruscan origin off Giglio Island, *IJNA*, 12.2, p. 113-122.

CRISTOFANI M.

1996, Un naukleros Greco-orientale nel Tirreno, Etruschi e altre genti nell'Italia preromana, mobilità in età arcaica, Rome, p. 21-48.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 192.

POMEY P.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises, dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, Paris, p. 195-203.

VII. L'épave *Bon Porté 1* (France, entre 540 et 510 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Bon Porté 1* se situe au large de la presqu'île de Saint-Tropez, au milieu de la baie de Bon Porté, entre le Cap Camarat et le Cap Taillat (fig. 38). Elle a été découverte en 1971 sur 48 m de profondeur par R. Rochier et G. Bruni qui l'ont déclaré aux Affaires Maritimes la même année[323].

B. Expertise et fouille

Le gisement a fait l'objet d'une expertise par la DRASM en 1972 et a été reconnu comme épave homogène. Elle se signalait alors par des panses ou des cols d'amphores émergeant à peine du fond sableux sur une longueur de 10 m environ pour une largeur de 6 m. Les fouilles sur l'épave de Bon Porté ont ensuite été conduites en 1973 et 1974 sous la direction de Jean-Pierre Joncheray. Il est important de signaler qu'avant sa déclaration – et même encore après – l'épave a été abondamment pillée par des plongeurs clandestins[324].

C. Matériel mis au jour et datation[325]

De la cargaison du navire, il n'a été retrouvé qu'une trentaine d'amphores dont une vingtaine d'amphores étrusques à fond plus ou moins plat, du type Py 5, huit ou dix amphores massaliètes de type Bertucchi 1 ainsi que deux amphores grecques "de type corinthien B" et deux ou trois amphores de Clazomènes qui complétaient le chargement[326]. Tous ces conteneurs étaient abondamment poissés à l'intérieur, indiquant qu'ils contenaient probablement du vin.

Concernant la céramique fine, celle-ci est représentée par une *œnochoé* à bandes peintes considérée dans un premier temps comme étant d'origine ionienne ou pseudo-ionienne par certains ou grecque orientale par d'autres[327] et finalement reconnue comme une

[323] **Liou 1974**, p. 7 ; **Joncheray 1976 a**, p. 5 et 8 ; **1976 b**, p. 88.
[324] **Liou 1974**, p. 7-8; **Joncheray 1976 a**, p. 5 ; **Basch 1976** ; **Pomey 1981**.
[325] **Liou 1974**, p. 8-12 et pl. II à V, p. 15-18 ; 1975 ; **Joncheray 1976 a**, p. 13-23 ; **1976 b**, p. 88 ; **Jestin, Carrazé 1980**, p. 70 ; **Bouloumié 1982**, p. 60-62 ; **Pomey, Long 1992**, p. 191-192.
[326] Inventaire et détermination tirés de **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau 2002.
[327] **Liou 1975**, p. 597 ; **Bouloumié 1982**, p. 60.

production de céramique claire massaliète[328]. Celle-ci faisait sans doute partie du matériel de bord plutôt que de la cargaison[329].

Ce matériel a permis de dater le naufrage du navire de la seconde moitié du VI^e^ s. av. J.-C., et peut-être plus précisément entre 540 et 510 av. J.-C.[330].

D. État de conservation, étude et présentation architecturale[331]

1. État de conservation de la coque

Seule une petite portion de la coque du navire, qui ne dépasse pas les 4 m de longueur pour une largeur de 1,50 m, a été conservée (fig. 72a). Ces vestiges correspondent à une partie de la quille, quelques éléments du bordé, six membrures ainsi qu'à l'emplanture de mât (fig. 72b). Au moment de sa découverte, le bois de l'épave était par ailleurs en très mauvais état.

2. Étude

L'étude d'architecture navale des vestiges de la coque a été conduite et publiée par J.-P. Joncheray[332]. Au début des années 1970, très peu de bateaux "cousus" avaient alors été découverts parmi les épaves antiques[333] et étant donné que les ligatures du navire de Bon Porté n'avaient pas été conservées en place, J.-P. Joncheray n'a pas su appréhender le type d'assemblage mis en œuvre pour monter le bordé et fixer la membrure au bordé. Il a donc proposé cinq hypothèses pour expliquer le rôle des petites chevilles obliques découvertes en place dans les tétraèdres[334] (cf. *infra* présentation de l'architecture navale). À la suite, O. Jestin et F. Carrazé ont également proposé une hypothèse concernant le mode d'assemblage du bordé ainsi que le mode de fixation de la membrure. Cette hypothèse reprend et développe l'une des cinq hypothèses proposées par J.-P. Joncheray et n'implique donc pas, là encore, l'usage de ligatures[335]. L. Basch entrevoit le premier, grâce à des exemples d'ethnographie navale, l'usage de ligatures pour l'assemblage du bordé. Il propose en effet de voir dans le bateau de Bon Porté un ancien bateau cousu qui, après l'usure de ses ligatures de liaison, aurait été ré-assemblé ultérieurement par des chevilles horizontales après que les orifices des

[328] **Pomey, Long 1992**, p. 192 ; **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau, p. 47.
[329] **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau 2002, p. 47.
[330] **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau 2002, p. 47.
[331] **Liou 1975**, p. 595-596 ; **Joncheray 1976 a**, p. 13 et p. 23-34 ; 1976 b ; 1978, p. 66-70 ; **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 266-267 ; **Pomey 1981** ; **2002 a**.
[332] **Joncheray 1976 a** ; **1976 b** ; **1978**.
[333] On peut alors seulement citer les épaves de Cervia, Pomposa, Ljubljana et Nin (cf. *infra*, § n° XXII, XXXVII, XLIV et XLV) avec, pour les deux dernières, des publications qui restaient alors très confidentielles (cf. publications en Slovène pour l'épave de Ljubljana et en croate pour les épaves de Nin).
[334] **Joncheray 1976 a**, p. 28 et 30-31.
[335] **Jestin, Carrazé 1980**.

ligatures aient été obturés par des petites chevilles. De même, il perçoit un assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures[336]. Mais c'est finalement P. Pomey, également en s'appuyant sur des exemples d'ethnographie ainsi qu'en ayant accès aux publications concernant les épaves de Ljubljana et de Nin[337], qui verra dans les vestiges de ce navire un bateau cousu original qui n'a pas été reconstruit mais dont les ligatures d'assemblage n'ont tout simplement pas été conservées durant leur long séjour en mer[338]. Il n'interprète donc pas non plus les chevilles obliques comme des "bouchons" ni les chevilles horizontales comme un assemblage ultérieur mais comme faisant parti de l'assemblage original, utilisées conjointement à un assemblage par ligatures. Il reconnaît également un assemblage original et unique de la membrure au bordé au moyen de ligatures. La découverte de l'épave *Jules-Verne 9* a depuis pleinement confirmé cette interprétation (cf. *infra*, § n° IX).

Je reprendrai donc ici les données brutes publiées par J.-P. Joncheray tout en m'appuyant sur l'interprétation de ces vestiges par P. Pomey[339].

3. Présentation architecturale

La quille a été conservée sur 3 m de long. Elle présente une section légèrement trapézoïdale de faible dimension avec une hauteur de 9,6 cm pour une largeur de 6,4 cm au niveau de sa face interne et de 6 cm pour sa face externe (fig. 72c). Les joues de la quille ne présentent ni chanfrein, ni râblure latérale et le galbord est donc apposé directement sur les faces latérales de la quille, de façon perpendiculaire. Les cans internes du galbord n'étant pas non plus biseautés, l'assemblage quille-galbord présentait donc un plan horizontal.

L'assemblage des galbords à la quille, de même que le reste du bordé conservé, a été réalisé à franc-bord au moyen de chevilles horizontales et de ligatures (fig. 72c et fig. 72d). Les chevilles ont été disposées dans les joues de la quille et les cans des galbords selon un écartement de 13 cm et dans les cans des autres virures selon un écartement de 15-16 cm. Elles mesurent 1 cm de diamètre pour une longueur de 12 cm et sont enfoncées respectivement de 6 cm dans chaque can des virures correspondantes. Des tétraèdres (13-15 mm de côté), percés tous les 3,8 cm le long des bords de la face interne de la quille et des virures (fig. 72e), donnent naissance à des canaux obliques aboutissant sur les faces latérales de la quille et l'angle inférieur des cans des virures ; ces derniers permettaient le passage des ligatures non conservées, de manière continue et longitudinale. Les petites chevilles obliques (5-6 mm de diam.), conservées en place dans ces canaux, permettaient de bloquer les ligatures dans leur passage ainsi que d'assurer l'étanchéité du système d'assemblage. L'étanchéité

[336] **Basch 1976**, p. 40.
[337] Cf. note 328.
[338] **Pomey 1981**.
[339] **Joncheray 1976 a** ; **Pomey 1981** ; **2002 a**.

devait également être assurée par la mise en place de rouleaux de tissu – qui n'ont pas été conservés – sur les joints de virure avant leur assemblage par ligatures (cf. *infra* les bateaux de *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*, p. 171 et 185). L'étanchéité de la coque était enfin complétée par une abondante couche de poix qui recouvrait l'intérieur de la coque et obstruait les cavités tétraédriques. Les bordages conservés présentent une épaisseur qui varie de 2,4 à 2,6 cm pour une largeur d'environ 12 cm.

Les membrures découvertes encore en place étaient espacées de 96 cm (mesure prise de centre à centre) (fig. 72b). Il s'agit d'une succession de varangues prolongées à leurs extrémités par des allonges qui leur sont assemblées au moyen d'écarts à croc bloqués par deux chevilles (diam. : 1 cm ; L. : 10-12 cm) enfoncées perpendiculairement. L'assemblage entre les varangues et les allonges est un fait singulier dans la construction navale de type gréco-romaine où il n'existe pas de liaison entre les éléments d'une même membrure[340]. Les membrures présentent un profil particulier avec un pied étroit de 2-3 cm, des faces latérales évasées sur une hauteur de 8 cm et un dos arrondi de 3-4 cm (soit une hauteur totale de 11 à 14 cm) (fig. 72f). Elles sont par ailleurs percées, sur leur face inférieure, de cavités rectangulaires destinées au passage des ligatures du bordé. De même que pour les bordages, la membrure a été fixée au bordé – mais jamais à la quille – au moyen de ligatures. Ces dernières n'ont pas été conservées mais des cavités, percées sur la face interne des bordages et destinées au passage des ligatures, témoignent de cet assemblage. Ce système d'assemblage explique ainsi la morphologie particulière des membrures qui permettaient un meilleur serrage des liens. Les courbures des membrures conféraient aux fonds du navire des formes arrondies.

Le massif d'emplanture a été retrouvé en place (fig. 72b). Il reposait directement sur deux membrures grâce à des encoches ménagées sur sa face inférieure. Aucun autre assemblage, au moyen de pièces mobiles, de carlingots ou autre n'a été enregistré. Le massif n'a pas été retrouvé entier puisque son extrémité la plus large a disparu (fig. 72g). Sa longueur conservée pour sa face supérieure est donc de 95 cm et de 105 cm pour sa face inférieure. La largeur de la pièce est de 8 cm pour l'extrémité la plus mince et de 19 cm pour l'extrémité la plus large. Elle mesure 12,5 cm de hauteur. Elle présente, sur sa face supérieure une cavité principale pour le logement du mât ainsi que des cavités annexes destinées à recevoir les pièces verticales constituant le fourreau de calage et de guidage du mât[341]. Cette emplanture,

[340] Ce type d'assemblage, enregistré sur le navire de Bon Porté, mais aussi sur les navires *Cala Sant Vicenç*, *Jules-Verne 9*, *Jules-Verne 7*, *César 1*, *Grand Ribaud F*, *Gela 1*, *Gela 2* et *Ma'agan Mikhael* (cf. *infra*, § n°XI, XII, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX et XX), disparaît en effet par la suite, ou plutôt, n'apparaît plus jamais dans la construction navale antique méditerranéenne : c'est une des caractéristiques de la construction gréco-romaine où il n'existe pas de liaison entre les éléments d'une même membrure (cf. **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 241-247 ; **Pomey 1997**, p. 195).

[341] Pour le détail des mesures de toutes ces cavités, cf. **Joncheray 1976 a**, p. 33.

de petite dimension, est très classique dans ses formes, semblables aux emplantures retrouvées sur les épaves grecques et romaines postérieures[342].

Aucune identification des essences de bois utilisées pour la construction du navire n'a été réalisée pour cette épave.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Bon Porté 1*

Le type architectural du navire *Bon Porté 1* se définit par une petite quille aux faces latérales planes à laquelle est assemblé un bordé entièrement lié au moyen de chevilles horizontales de pré-assemblage et de ligatures passées de manière continue et longitudinale au travers d'évidements tétraédriques. La membrure est composée d'une succession de varangues de forme trapézoïdale disposées de manière très espacée et sont fixées au bordé au moyen de ligatures externes passées au travers de canaux percés dans l'épaisseur des virures. Un petit massif d'emplanture, encastré sur le dos des varangues, vient compléter l'ensemble. Ce système architectural, dans lequel l'assemblage régulier des virures entre elles implique un rôle structural fondamental du bordé alors que la membrure, assemblée au bordé, ne joue qu'un rôle secondaire de renfort de la structure, renvoie donc clairement à une conception « longitudinale sur bordé »[343]. Il est impossible, en revanche, en raison du peu de vestiges conservés, d'appréhender dans le détail les phases et les procédés de construction mis en œuvre pour la réalisation du navire qui relèvent néanmoins également d'une construction sur bordé.

F. Type du navire *Bon Porté 1*, espace de navigation et origine

Les modules des éléments architecturaux mis au jour sur l'épave de Bon Porté témoignent d'un petit navire qui ne devait pas dépasser les 10 mètres de longueur[344]. Par ailleurs, l'assemblage quille-galbord ainsi que la courbure des membrures montrent une section ronde de sa coque.

Le navire *Bon Porté 1* est donc un petit navire de mer quillé destiné, probablement, à évoluer dans un espace maritime côtier de proximité. Concernant son origine, la majorité du chargement étant constitué d'amphores étrusques, celle-ci a d'abord été attribuée à l'Étrurie et

[342] Cf. **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 248-252.
[343] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[344] **Joncheray 1976 a**, p. 23 ; **Pomey 1981**, p. 225; **Pomey, Long 1992**, p. 192.

même, plus précisément, à la cité étrusque de Vulci[345]. Mais dès 1975, B. Liou avait pressenti ce navire comme étant un « témoin du commerce phocéen sur les côtes de la mer Tyrrhénienne »[346]. Mais c'est seulement plus tard, en 1992, que P. Pomey et L. Long ont démontré qu'il était fort probable, en raison de la dizaine d'amphores massaliètes retrouvée sur l'épave qui ne pouvait être considérée comme du matériel de bord et surtout en raison de l'*œnochoé* appartenant au matériel de bord et identifiée comme étant également massaliète, que l'on se trouvait « en présence d'un commerce de redistribution du vin étrusque par des négociants marseillais exportant en même temps du vin du territoire de la cité phocéenne »[347]. L. Long et J.-Ch. Sourisseau ont depuis confirmé cette origine massaliète et inscrivent ce petit navire dans un commerce de redistribution de divers vin (étrusque, grec oriental ou occidental et massaliète) dans les différents établissements indigènes côtiers[348]. Les comptoirs massaliètes les plus proches du lieu du naufrage du navire étant Olbia, à l'ouest, et Antibes, à l'est, on peut supposer que le navire évoluait, à partir de l'un de ces deux établissements, dans un espace maritime côtier proche.

Concernant l'origine de sa construction, P. Pomey a montré que ce navire se rattachait à une famille de bateaux cousus de tradition grecque[349], ce qui laisse également supposer une construction à Marseille, voire dans un autre comptoir phocéen.

G. Conclusion

Témoin important – et le plus ancien connu à ce jour sur nos côtes méditerranéennes – du commerce massaliète hors de Marseille à l'époque archaïque, l'épave *Bon Porté 1* constitue également le premier bateau antique "cousu" de tradition grecque fouillé en Méditerranée et identifié en tant que tel. L'assemblage se caractérise notamment par les évidements tétraédriques percés sur les faces internes des bordages pour le passage de ligatures longitudinales. Cette découverte sera suivie de quelques autres, essentiellement situées dans le bassin occidental de la Méditerranée.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Bon Porté 1* :

BASCH L.
1976, Le navire cousu de Bon-Porté, *CAS*, V, p. 37-52.

[345] **Bouloumié 1982**, p. 64.
[346] **Liou 1975**, p. 597.
[347] **Pomey, Long 1992**, p. 192.
[348] **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau, p. 47.
[349] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

1978, L'assemblage du navire de Bon-Porté, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n°29, p. 71-73.

BOULOUMIÉ B.

1982, L'épave étrusque d'Antibes et le commerce en Méditerranée occidentale au VIe siècle av. J.-C., *Kleine Shriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar Marburg*, Heft 10, Marburg.

JESTIN O. et CARRAZÉ F.

1980, Mediterranean hull types compared 4: An unusual type of construction. The hull of wreck 1 at Bon-Porté, *IJNA*, 9.1, p. 70-72.

JONCHERAY J.-P.

1976 a, L'épave grecque ou étrusque de Bon-Porté, *CAS*, V, p. 5-36.

1976 b, 1974 excavations on the wreck of *Bon Porté* (6th century BC), *IJNA*, 5.1, p. 88-89.

1978, Une épave grecque ou étrusque au large de St-Tropez : le navire de Bon-Porté, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n° 29, p. 62-70.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

LIOU B.

1974, Note provisoire sur deux gisements gréco-étrusques (Bon-Porté A et Pointe du Dattier), *CAS*, III, p. 7-19.

1975, Informations archéologiques. Recherches sous-marines, *Gallia*, 33, p. 595-597.

LONG L. et SOURISSEAU J.-Ch.

2002, Épave de *Bon Porté 1* (Ramatuelle), dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 43-47.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 74-75.

POMEY P.

1981, L'épave de Bon-Porté et les bateaux cousus de Méditerranée, *MM*, vol. 67, n°3, p. 225-243.

1985, Mediterranean sewn boats in Antiquity, dans *Sewn Plank Boats,* p. 35-48.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises, dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, Paris, p. 195-203.

2002 a, Épave de *Bon Porté 1*, dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*),, p. 113-116.

POMEY P. et LONG L.

1992, Les premiers échanges maritimes du Midi de la Gaule du VIe au IIIe s. av. J.-C. à travers les épaves, dans Bats M., Bertucchi G. Congès G. et Trézigny H. (dir.), *Marseille grecque et la Gaule, Actes du Colloque international d'Histoire et d'Archéologie et du Ve Congrès archéologique de Gaule méridionale, Marseille, nov. 1990* (études massaliètes, 3), p. 189-198.

STEFFY J. R.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station, p. 39-40.

VIII. L'épave de Cala Sant Vicenç (Espagne, dernier tiers du VI^e s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique), découverte et expertise[350]

C'est au cours d'une prospection, effectuée durant l'été 2002 sur la côte de Majorque (Baléares, Espagne) par le *Centro de Arquelogía Subacuática de Cataluña*[351] en collaboration avec le Département de la Culture de Majorque sous la direction de X. Nieto, que l'épave de Cala Sant Vicenç a été découverte (fig. 38). La calanque de Sant Vicenç se trouve sur la côte nord de l'île de Majorque. Il s'agit d'une zone particulièrement dangereuse pour la navigation en raison de la tramontane qui souffle depuis le Golfe du Lion et génère des vagues qui viennent se briser violemment contre cette côte constituée de falaises abruptes. Témoins de cette zone périlleuse pour les navires, des vestiges de coques de différentes périodes ont été mis au jour durant la prospection dans cette calanque, dans moins de six mètres d'eau. Parmi ces épaves, datées du XIX^e-XX^e s. à l'Antiquité, l'épave dite de Cala Sant Vicenç a été découverte. Une première expertise, dans le cadre de cette campagne de prospection a été effectuée sur l'épave la plus ancienne afin d'en fixer la chronologie et le potentiel d'étude. Les premiers résultats de cette expertise ont été publiés dans la *Revista de Arqueología* (2002) et dans *L'Archeologo Subacqueo* (2003)[352].

B. Matériel mis au jour et datation

Le matériel, mis au jour et prélevé au cours de l'expertise révèle l'hétérogénéité de la cargaison transportée par le navire au moment de son naufrage[353].

Le chargement principal était constitué de produits alimentaires – vin et huile – contenus pour l'essentiel en amphores originaires de Grande Grèce (cf. amphores « ionio-massaliète » et « corinthienne B archaïque ») et de la colonie phocéenne de Marseille (cf. amphores massaliètes). D'autres amphores, originaires de Méditerranée orientale, transportaient des produits spécialement appréciés comme l'huile de Corinthe (cf. amphores de type corinthienne A) et d'Athènes (cf. amphores *à la brosse*) ou le vin des côtes ioniennes (cf. amphores de Samos, de Chios ou de Clazomènes) et du Nord de l'Égée.

D'autres produits périssables, qui n'ont pas été conservés, étaient contenus dans des paniers.

---

[350] **Nieto *et al.* 2002**, p. 18-20 ; **2003**, p. 11.
[351] Le *Centro de Arquelogía Subacuática de Cataluña* (*CASC*), dirigé par X. Nieto, dépend du *Museo de Arquología de Cataluña* (*MAC*).
[352] L'article publié en 2003 dans *L'Archeologo Subacqueo* est en fait une traduction en italien (effectuée par G. Boetto) de l'article publié en 2002 dans la *Revista de Arqueología.*
[353] **Nieto *et al.* 2002**, p. 20-22 ; **2003**, p. 11-12.

La cargaison complémentaire du navire était constituée de meules, de céramiques de cuisine et de céramiques de table. Parmi la céramique de table, les coupes de type B2 et divers exemplaires de céramiques peintes et de céramiques à vernis noir pourraient également provenir de Grande Grèce, associées à des céramiques en provenance de Massalia. Au côté de cette cargaison, d'origine grecque, un ensemble important d'amphores ibériques, présentant la forme traditionnelle des amphores du monde phénicien occidental et provenant des côtes méditerranéennes de la péninsule, a également été mis au jour.

Cet ensemble d'amphores et de céramiques, qui forme une partie du chargement, a permis de situer le naufrage de cette embarcation durant l'époque tardo-archaïque, et plus précisément dans le derniers tiers du VI^{e} s. av. J.-C. La mise en place d'une fouille et une étude détaillée du matériel archéologique devraient permettre d'affiner cette chronologie.

C. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[354]

La coque du navire, enfouie sous une couche de sable d'un mètre d'épaisseur sur laquelle se superpose une énorme concentration de pierres arrachées à la falaise par le vent, a été protégée des vagues et des tempêtes. Elle nous est donc parvenue en excellent état de conservation, à l'exception des membrures qui étaient très abîmées, notamment à cause de l'action des tarets (fig. 73a). Les vestiges mis au jour correspondent à la partie centrale de l'embarcation conservée sur une longueur de 6 m pour une largeur de 4,50 m ; ils comprennent une section de quille, à laquelle était encore connectées une partie du bordé à raison de quatre à cinq éléments de virures sur chaque côté, ainsi que quatre membrures non en place (fig. 73b). Leur localisation exacte est néanmoins reconnaissable grâce aux empreintes qu'elles ont laissées sur la coque (fig. 73c) ; l'emplacement d'une cinquième membrure qui a disparu est également repérable.

L'étude d'architecture navale sur l'épave *Cala Sant Vicenç* est conduite par X. Nieto qui a déjà publié les premières données récoltées au cours de l'expertise 2002[355]. La visite de X. Nieto au Centre Camille Jullian en janvier 2003 nous a par ailleurs permis de compléter ou d'éclairer certains aspects de la construction du navire ainsi que de renseigner des points précis, comme par exemple les mesures, qui ne sont pas publiés dans l'article. La présentation qui suit repose par conséquent sur l'article publié ainsi que sur les données complémentaires fournies directement par X. Nieto[356].

[354] **Nieto *et al.* 2002**, p. 20-21 ; **2003**, p. 12.
[355] **Nieto *et al.* 2002**, p. 22-24 ; **2003**, p. 12-13.
[356] M. X. Nieto m'a gentiment autorisé à utiliser les données qu'il nous a présentées lors de sa visite au Centre Camille Jullian et je l'en remercie vivement.

2. Présentation architecturale

La partie de quille mise au jour présente une section rectangulaire de 12-14 cm de large sur une hauteur de 16-17 cm. Une fausse quille, également de section rectangulaire et vraisemblablement de même dimension, lui est assemblée sur sa face externe au moyen de chevilles.

Les galbords sont assemblés à la quille au moyen de chevilles obliques et de ligatures végétales. Les chevilles (diam. : env. 1,5 cm ; L. : plus de 20 cm) sont disposées régulièrement le long des joints d'assemblage : elles sont enfoncées, de manière oblique, à partir du bord des faces internes des galbords, ressortent sur l'angle inférieur de leur can interne et pénètrent dans les faces latérales de la quille. Les ligatures – dont le peu de fragments conservé en place montre qu'elles étaient constituées de deux brins en fibre végétale (en cours d'analyse) – sont passées de manière continue et longitudinale au travers d'évidements tétraédriques, disposés le long des bords des faces internes de la quille et du galbord, selon un écartement de 2,5-3 cm, et à partir desquels prennent naissance des canaux obliques qui aboutissent au niveau de l'angle externe des cans des galbords. L'étanchéité est assurée par un rouleau de tissu – qui n'a pratiquement pas été conservé sur l'épave – disposé sur les joints d'assemblage de deux virures adjacentes avant la ligature de celles-ci. Elle est par ailleurs renforcée par l'insertion de petites chevilles dans les canaux obliques après le passage de la ligature : elles viennent ainsi obturer les canaux en même temps qu'elles bloquent la ligature dans son passage.

L'ensemble du bordé, qui présente des virures larges de 35 à 40 cm et épaisses de 4,5 cm, reprend ce même système d'assemblage longitudinal par ligatures en association, non plus avec des chevilles, mais avec des tenons (fig. 73c). Ces derniers sont enfoncés dans les cans des virures, tous les 20 à 25 cm, dans des mortaises larges de 3 cm et profondes de 7 cm. Ils ne sont pas bloqués par des petites chevilles et avaient probablement pour fonction, comme les chevilles obliques d'assemblage du galbord à la quille – de même que les chevilles horizontales découvertes sur les épaves de Giglio, de Bon Porté et les épaves de la place de Jules-Verne (cf. *supra*, p. 149 et 157 et *infra*, p. 170 et 185) – de tenir en place les bordages durant leur montage.

Une fois monté, l'ensemble de la coque a finalement été recouvert d'une couche de brai afin de parfaire son étanchéité.

La membrure est constituée de varangues prolongées à leurs extrémités par des allonges qui leur sont assemblées au moyen d'écarts à croc bloqués par deux ou trois chevilles. L'assemblage entre les varangues et les allonges, déjà enregistré sur l'épave de Bon

Porté (cf. *supra*, p. 158, note 340), est singulier dans la construction navale de type gréco-romaine pour laquelle les éléments d'une même membrure ne sont jamais assemblés entre eux[357]. La membrure de *Cala Sant Vicenç* présente par ailleurs une large maille avec un écartement entre les varangues de 90 à 95 cm. Les membrures présentent la même forme que les membrures rencontrées sur les précédentes épaves archaïques, à savoir : un pied étroit (de 4 cm de large), des faces latérales évasées (pour une h. totale de 30-32 cm) et un dos arrondi (d'env. 20 cm de large) avec, dans leur partie inférieure, des évidements de forme rectangulaire ou semi-circulaire creusés pour le passage des ligatures du bordé. Cette morphologie particulière est liée à l'assemblage de la membrure au bordé qui est réalisé également au moyen de ligatures. Celles-ci n'ont pas été conservées en place, mais les empreintes qu'elles ont laissées montrent un passage transversal sur le dos des membrures et dans des canaux – en forme de tétraèdres et de trous simples – percés à cet effet dans l'épaisseur des virures correspondantes. Les membrures ne sont jamais assemblées à la quille.

D. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Cala Sant Vicenç*

Le type architectural du navire découvert à Cala Sant Vicenç se définit par une quille, doublée d'une fausse quille, de section rectangulaire et aux faces latérales planes à laquelle est lié un bordé constitué de virures assemblées à franc-bord au moyen de tenons horizontaux – et de chevilles obliques pour l'ensemble quille-galbord – de pré-assemblage ainsi que d'un système de ligatures longitudinales passées au travers de tétraèdres. La membrure, associée au bordé, est constituée d'une succession, et disposées selon un large écartement, de varangues de forme trapézoïdale prolongées à leurs extrémités par des allonges au moyen d'écarts à croc chevillés. Varangues et allonges sont fixées au bordé – et jamais à la quille – au moyen de ligatures externes enserrant le dos des membrures et passant au travers d'évidements simples et tétraèdriques percés dans l'épaisseur des virures correspondantes. L'assemblage régulier et homogène du bordé dans toutes ses parties en fait, par conséquent, la structure portante et dominante du navire à l'inverse de la membrure qui ne joue qu'un rôle secondaire de renfort transversal de la carène. Ce système architectural renvoie donc à une conception « longitudinale sur bordé » à laquelle sont associés des procédés de construction également sur bordé[358]. La mise en place d'une fouille programmée permettra sans doute de préciser les phases de la construction du navire.

[357] Cf. note n°340.
[358] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

E. Type du navire *Cala Sant Vicenç*, espace de navigation et origine

L'épave de Cala Sant Vicenç correspond à un navire de mer quillé dont les modules très importants des pièces (quille, virures et membrures) mises au jour renvoient très certainement à un grand navire, peut-être de l'ordre de 20 m. On aurait donc à faire à un navire de commerce important – de même type que celui découvert à Giglio (cf. *supra* § n°VI) – destiné à naviguer en haute mer. La cargaison retrouvée sur l'épave montre d'ailleurs la diversité des marchandises en provenance essentiellement de Grande Grèce et de Marseille mais aussi de Grèce orientale et du littoral ibérique. Selon X. Nieto, qui s'appuie justement sur la cargaison mise au jour, le navire serait probablement d'origine grecque, en relation avec Massalia et Ampurias[359]. Cette origine confirme ainsi l'hypothèse de P. Pomey qui, en s'appuyant sur les caractéristiques architecturales de la coque du navire, l'inscrit par ailleurs dans la famille des bateaux cousus de tradition grecque[360].

F. Conclusion

Le navire de Cala Sant Vicenç, naufragé sur les côtes de Majorque, offre ainsi – avec la diversité de la cargaison qu'il transportait – un magnifique exemple de la dynamique et des mécanismes du commerce méditerranéen à la fin de l'époque archaïque[361]. X. Nieto souligne par ailleurs la similitude chronologique et la correspondance d'une partie de la cargaison de cette épave avec l'épave *Pointe Lequin 1A* localisée sur les îles d'Hyères (France, Var)[362].

Sur le plan architectural, l'épave de Cala Sant Vicenç, comme les épaves de Giglio, de Bon Porté et l'épave *Jules-Verne 9*, correspond à un bateau entièrement cousu qui se caractérise par les évidements tétraédriques percés sur les faces internes des virures pour un assemblage du bordé par un système de ligatures longitudinales ainsi que par un ligaturage externe de la membrure au bordé. Elle s'inscrit donc également dans la famille des bateaux cousus de tradition grecque.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Cala Sant Vicenç* :

KAHANOV Y. et POMEY P.
2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

[359] **Nieto *et al.* 2002**, p. 24-25.
[360] **Kahanov, Pomey 2004**.
[361] Pour une remise en contexte plus précise de ce navire, cf. **Nieto *et al.* 2002**, p. 24-25 ; **2003**, p. 13-14.
[362] **Long, Sourisseau 2002** dans Long, Pomey et Sourisseau (dir.) 2002, p. 50-54.

NIETO X., TERONGÍ F. et SANTOS M.

2002, El pecio de Cala Sant Vicenç, *Revista de Arqueología* 258, p. 18-25.

2003, Il relitto greco-arcaico di *Cala Sant Vicenç*, Maiorca, *L'archologo Subacqueo*, IX, 2, p. 11-14.

IX. L'épave *Jules-Verne 9* (France, 525-510 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

La place Jules-Verne (Marseille) (fig. 38), où ont été découvertes les épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7* (cf. *infra*, § n°XII), correspond à la zone du port antique de la cité phocéenne. Le projet d'aménagement d'un parking sur son emplacement a nécessité, à partir de 1992, la mise en place d'une fouille préventive conduite par l'AFAN sous la direction d'Antoinette Hesnard (CCJ), assistée de M. Pasqualini (SRA, région PACA)[363]. Cette fouille, qui aura duré quinze mois au total, a permis de mettre en évidence une partie du littoral antique de la cité phocéenne, de dégager des installations portuaires datées de la période grecque archaïque et hellénistique, puis de la période romaine (du I^er^ s. av. au IV^e^ s. apr. J.-C.) ainsi qu'un chantier de construction navale (daté du IV^e^ s. av. J-C.) et des entrepôts (datés du I^er^ s. au IV^e^ s. apr. J.-C.)[364]. Au cours de la fouille, plusieurs épaves ont également été mises au jour : cinq épaves romaines (*Jules-Verne 1-2*, *Jules-Verne 3*, *Jules-Verne 4*, *Jules-Verne 5* et *Jules-Verne 8*)[365] datées des IV^e^, III^e^, II^e^ et I^er^ s. apr. J.-C. ainsi que deux épaves grecques : *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*[366] (fig. 74a et 74b). Ces dernières ont été découvertes au cours de l'été 1993 à l'angle nord-est du site, sous l'emplacement d'un quai, ou d'une jetée, daté d'époque romaine[367]. Les deux épaves reposaient l'une contre l'autre, dans un état d'extrême fragilité.

B. Fouille et étude des épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*

Étant donné l'intérêt exceptionnel de ces deux épaves (cf. datation et présentation architecturale), des moyens importants ont rapidement été mis en place pour fouiller ces vestiges dans les meilleures conditions possibles[368]. La conduite des opérations s'est effectuée sous la direction de P. Pomey, assisté de M. Rival et R. Roman, de l'équipe d'archéologie navale du Centre Camille Jullian. Des plans précis et des coupes transversales des épaves ont

[363] **Hesnard, Pasqualini 1993** ; **Hesnard 1993** ; **1994**.
[364] **Hesnard, Pasqualini 1993** ; **Hesnard, Trézigny 1995**, p. 20-23 ; **Hesnard 1993** ; **1994**, p. 200-213 ; **1999** ; **Hermary *et al.* (dir.) 1999**, p. 45-47 et p. 125-130.
[365] **Pomey, Hesnard 1993 a**, p. 59-60 ; **1993 b**, p. 112-114 ; **Pomey 1995**, p. 460-469 ; **1998 b**, p. 23. Parmi ces cinq épaves, on compte notamment trois bateaux dragues : *Jules-Verne* 3, *Jules-Verne* 4 et *Jules-Verne 5* (cf. **Pomey 1995**, p. 463-469).
[366] **Pomey, Hesnard 1993 a**, p. 60-62 ; **1993 b**, p. 114-115 ; Pomey 1995, p. 470-480 ; **1998 b**, p. 24-29 ; **1999 c**, p. 147-148 ; **1999 a**, p. 35 ; **1999 b**, p. 47-49 ; **2002 c**.
[367] **Hesnard 1994**, p. 207-208.
[368] Pour les détails de l'intervention, cf. **Pomey, Hesnard 1993 a**, p. 62 ; **1993 b**, p. 115 ; **Pomey 1995**, p. 470 ; **1998 b**, p. 25-26 ; **1999 c**, p. 147 ; **1999 d**, p. 8.

été réalisés par photogrammétrie tandis que des relevés d'ensemble et de détails (échelle 1) ont également été effectués manuellement directement sur les épaves.

À l'issue de la fouille, les épaves ont été prélevées pour être traitées et restaurées en vue de leur présentation au public dans le cadre du Musée d'Histoire de Marseille[369]. La petite épave *Jules-Verne 9* est d'ores et déjà exposée et l'épave *Jules-Verne 7* est en fin de traitement.

L'étude architecturale de ces deux épaves a été effectuée par P. Pomey, assisté de M. Rival et R. Roman, et a donné lieu, pour chacune d'entre elles, à la construction de modèles d'étude et à la restitution d'un plan de forme[370]. Les résultats de cette étude doivent faire l'objet d'une monographie et ont pour le moment été présentés dans divers colloques et séminaires qui ont été publiés[371]. C'est à partir de ces articles que je présenterai, dans un premier temps, l'épave *Jules-Verne 9* et, dans un second temps, l'épave *Jules-Verne 7* (cf. *infra*, § n°XII).

C. Datation[372]

Les niveaux archéologiques indiquent que le bateau *Jules-Verne 9*, de même que le navire *Jules-Verne 7*, a été abandonné à la fin du VI^{e} s. av. J.-C. (entre 525 et 510) à une trentaine de mètres du rivage de l'époque archaïque. La durée de vie présumée des navires antiques étant de l'ordre de 10 à 30 ans[373], ces bateaux ont donc probablement été construits et ont navigué dans la seconde moitié du VI^{e} s. av. J.-C., soit moins d'un siècle après la fondation de la cité phocéenne.

D. État de conservation de la coque

Il s'agit de la plus petite des deux épaves (fig. 74b). Les vestiges de la coque sont conservés sur 5 m de longueur pour une largeur de 1,50 m. Ils correspondent à une extrémité – la proue ou la poupe ? – et à la partie centrale de l'embarcation. Au moment de la découverte, les restes de la coque étaient homogènes et en bon état, excepté l'extrémité qui

[369] Pour plus de détails sur les opérations de prélèvement et les traitements de conservation dont ont bénéficiés ces deux épaves, cf. **Pomey 1995**, p. 470 et 480 ; **1998 b**, p. 26 ; **1999 c**, p. 148 ; **1999 d**, p. 8.
[370] La construction des modèles s'inscrit dans un protocole d'étude des vestiges de coques dont une partie suffisante a été conservée pour proposer une restitution du navire. Les modèles correspondent aux différentes étapes de la restitution et sont de quatre types : modèle des vestiges archéologiques au moment de leur découverte (échelle 1/10^{e}), modèle des vestiges remis en forme (échelle 1/10^{e}), modèle de restitution de la coque du navire à partir du plan des formes établi (modèle en carton, échelle 1/5^{e}) et modèle de proposition de restitution du navire dans sa globalité (échelle 1/10^{e}) (cf. **Pomey 2003**).
[371] Cf. essentiellement **Pomey 1995** ; **1999 c** ; **2001** ; **2002 c**.
[372] **Pomey 1995**, p. 471 ; **2001**, p. 425.
[373] Pour la longévité des navires antiques, cf. **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 232.

était traversée par des pilotis. Le reste de la barque a totalement disparu à l'exception d'une membrure retrouvée en place vers le centre. Cependant, les empreintes des membrures disparues étaient visibles sur le bordé conservé.

E. Présentation architecturale

La quille, débitée dans du chêne caducifolié[374], présente, dans sa partie centrale, une section presque carrée de 7 cm de hauteur sur 6,8 cm de largeur. Elle est dépourvue de râblure et de chanfrein sur toute sa longueur centrale. Le galbord, de section rectangulaire, est donc apposé bord à bord avec les faces latérales de la quille, présentant ainsi un plan d'assemblage horizontal (fig. 74c). En revanche, les extrémités sont entaillées d'une râblure destinée à recevoir le galbord. Le point de démarrage de la râblure débute en réalité sur l'étrave ou l'étambot conservé, au-delà de la pièce de brion faisant office de liaison entre l'extrémité de la quille et la pièce d'étrave/étambot[375]. L'assemblage de la quille au brion d'étrave – ou d'étambot – est réalisé au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » que vient bloquer une clef verticale elle-même verrouillée par l'insertion d'une cheville horizontale. Cette enture se situe à 1 m environ de l'amorce de la courbure d'extrémité de la quille.

Les virures de bordé conservées présentent une épaisseur de 2,7 cm et une largeur qui varie de 15 à 20 cm. L'ensemble des virures – réalisées dans du pin d'Alep et du pin pignon – de même que le galbord fixé dans la partie supérieure des joues de la quille, ont été assemblés à franc-bord au moyen de chevilles horizontales en olivier et de ligatures (fig. 74d). Les chevilles (diam. : 1 cm) sont en réalité des éléments de pré-assemblage disposés tous les 20,5 cm dans les cans des virures de façon à les maintenir en place et en forme lors de leur montage. L'assemblage effectif est donc réalisé au moyen de ligatures constituées de trois brins en fibre végétale, probablement du lin[376]. Les ligatures – dont certaines étaient encore en place (fig. 74e) – sont passées de manière longitudinale au travers de petits évidements tétraédriques (de 1,7 cm de côté), qui ont été régulièrement ménagés le long des bords des faces supérieures de chaque virure (écart : 2,5 cm), puis à travers de petits canaux obliques (de 6 mm de diamètre) qui prennent naissance dans le fond des évidements tétraédriques et ressortent dans l'angle inférieur des planches. L'ensemble est d'une grande minutie et témoigne d'une grande régularité obtenue grâce à des tracés préliminaires à la pointe sèche qui marquent systématiquement l'emplacement des chevilles horizontales, des évidements tétraédriques et des canaux obliques et permettaient de guider avec une grande précision le

[374] Toutes les analyses des essences de bois utilisées pour la construction du bateau *Jules-Verne 9* ont été effectuées par F. Guibal (IMEP/CNRS).
[375] **Pomey 1997**, p. 195 et note 5, p. 202.
[376] Analyse O. Velensot, Musée des Tissus (Lyon).

travail du charpentier. Pour assurer l'étanchéité de la coque, un rouleau de tissu, sans doute aussi en lin[377], est placé sur les joints de virure et est enserré par les ligatures. Une fois la ligature réalisée, des petites chevilles en olivier ont été enfoncées dans les canaux obliques pour venir bloquer les liens dans leur passage et en assurer également l'étanchéité. Celle-ci est finalement complétée par une épaisse couche de résine mélangée à de la cire[378] appliquée sur toute la face interne de la carène.

La membrure de la barque est composée d'une succession de varangues débitées dans du pin d'Alep et dont le profil (fig. 74f) indique une forme de carène de section très arrondie (fig. 74c). La maille de la membrure est très large, de l'ordre de 1 m. Les varangues sont d'un type très particulier : ils présentent un pied étroit de 3 cm de large qui s'évase vers le haut (h. : 10 cm) pour s'achever par un dos arrondi de 8,5 cm de largeur (fig. 74d). Leur face inférieure est par ailleurs régulièrement entaillée par des évidements semi-circulaires pour permettre le passage des ligatures de bordé. Des allonges prolongent les varangues et, fait exceptionnel dans la construction navale antique, elles leur sont assemblées au moyen d'un écart à croc chevillé[379]. Par analogie avec le navire *Jules-Verne 7* (cf. *infra*, p. 185) et sur la base d'un petit élément découvert non en place et interprété comme un couple de revers (M27) (fig. 74g), P. Pomey restitue également, dans la partie haute de la muraille et intercalés entre les allonges et les varangues, des couples de revers dont les pieds devaient se situer entre la 7ème et la 8ème virure de bordé[380]. L'ensemble de la membrure, à l'exception du fragment de couple de revers M27, est assemblé à la coque à partir du galbord – mais jamais à la quille – au moyen de ligatures. Quelques éléments de cette ligature partiellement conservés en place (il s'agit également d'une ligature en lin) montrent un assemblage externe de la membrure au moyen de points de ligatures passés transversalement sur le dos de la membrure et dans des évidements obliques percés dans l'épaisseur du bordé correspondant (fig. 74d). Ces évidements, disposés par paires, forment des passages en V qui aboutissent sur la face externe du bordé. Ils ont également été obturés – une fois l'assemblage réalisé – par des petites chevilles de blocage. La technique d'assemblage du navire par ligatures justifie ainsi la morphologie particulière des membrures. Le dos arrondi et le pied étroit assurent en effet un meilleur serrage des liens et les nombreux évidements à la base permettent d'éviter l'écrasement des ligatures du bordé. Le fragment, interprété comme étant possiblement un couple de revers, bien que présentant ce même profil trapézoïdal, montre, en revanche, un type d'assemblage différent réalisé non pas au moyen de ligatures externes mais au moyen de ligatures internes, passées à mi-bois dans la hauteur de la pièce (fig. 74g). Cet élément, conservé sur une longueur de 46 cm environ, présente en effet deux paires d'évidements

[377] Analyse O. Velensot, Musée des Tissus (Lyon).
[378] Analyse J. Conan, Laboratoire des Substances Naturelles, Université Louis Pasteur (Strasbourg).
[379] Cf. *supra*, note n°340.
[380] **Pomey 1995**, p. 478.

cylindriques (diam. : 1 cm), percés à mi-bois dans la hauteur du couple, et destinées au passage d'une ligature pour son assemblage au bordé qui devait présenter les mêmes types d'évidements percés dans l'épaisseur des virures correspondantes. Une gorge (L. : 0,6 cm ; prof. : 0,6 cm), creusée sur le dos du couple entre les évidements de chaque paire, permettaient également de recueillir la ligature d'assemblage afin que celle-ci ne soit en proéminence et ne s'use prématurément. Celle-ci était finalement tenue en place par l'insertion de gournables de blocage insérées dans la hauteur des évidements cylindriques. Sur une des extrémités, un évidemment cylindrique (diam. : 1,3 cm), non associé à un autre évidement pour former une paire, recevait une gournable simple sans aucune ligature d'assemblage[381]. Ce système d'assemblage, alternant des points de ligatures internes bloquées par des gournables et des gournables simples, est singulier et pour le moins étonnant sur cette épave archaïque qui présente pour l'ensemble de sa membrure (varangues et allonges) un assemblage exclusif au moyen de ligatures externes. Ce type d'assemblage se retrouvera en revanche employé, et de manière exclusive, sur toute une série de navires romains pour l'assemblage de leurs membrures au bordé (cf. *infra*, § n° XXI, XXIII, XXIV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXX, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVIII et XLIII).

F. Système et type architectural, conception et procédés de construction du bateau *Jules-Verne 9*

Le type architectural du bateau *Jules-Verne 9* se définit par une petite quille de section quadrangulaire avec des faces latérales planes. Elle se prolonge à ses extrémités, au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » à clef verticale, par une étrave et un étambot dont les faces latérales sont entaillées d'une râblure. L'assemblage de la quille aux galbords, de même que pour l'ensemble des virures du bordé, est réalisé au moyen de chevilles horizontales et de ligatures. Les chevilles horizontales sont en réalité des éléments de pré-assemblage qui ont pour fonction de maintenir en place et en forme les virures durant leur montage ; elles préviennent également, une fois la ligature réalisée, les risques de cisaillement en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres. La ligature, qui assure l'assemblage effectif des virures les unes avec les autres, est passée de manière continue et longitudinale dans des évidements tétraédriques percés le long des bords des joints sur lesquels sont par ailleurs disposés des tissus de lin destinés à assurer l'étanchéité du système ainsi que favoriser un meilleur serrage des liens. La membrure, composée d'une succession de varangues prolongées sur leurs extrémités par des allonges assemblées au moyen d'écarts à croc chevillés et entre lesquelles viennent s'intercaler, dans les parties hautes du navire, des

[381] Les détails concernant l'assemblage de ce fragment de membrure, interprété comme étant un couple de revers, sont inédits et je remercie M. P. Pomey de m'avoir permis d'utiliser ses données pour les présenter ici ainsi que de m'avoir autorisée à reproduire le relevé de la pièce effectué par M. Rival.

couples de revers, est également assemblée au bordé au moyen de ligatures. Au moyen de points de ligatures externes pour les varangues et leurs allonges qui présentent un profil trapézoïdal destiné à un meilleur serrage des liens ainsi que des évidements sur leur face inférieure pour le passage des ligatures de bordé ; et au moyen de points de ligatures internes alternés avec des gournables simples pour le fragment interprété comme étant un couple de revers qui présente néanmoins également le même profil trapézoïdal que les autres éléments de membrure.

La grande régularité des points d'assemblage relevés sur les virures témoigne du soin apporté au montage du bordé et donc du rôle fondamental joué par celui-ci dans la structure de la coque. Le bordé, assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, assure en effet la cohésion de l'ensemble de la carène et représente, à ce titre, la structure portante et dominante de la coque à l'inverse de la membrure qui ne joue qu'un rôle secondaire de renfort transversal. Ce système architectural relève donc clairement d'une conception « longitudinale sur bordé »[382]. Pour l'étude des procédés de construction, des marques de charpentier, servant de repère à la construction du navire, ont été observées au dos de la quille, au niveau de l'emplacement du pied de chaque varangue ainsi que sur toutes les planches de bordé où des tracés préliminaires effectués à la pointe sèche marquaient systématiquement l'emplacement des chevilles horizontales, des évidements tétraédriques et des canaux obliques. Ces tracés permettaient de guider avec une grande précision le travail du charpentier[383]. Les virures de bordé, associées à la quille, à l'étrave et à l'étambot, ont ainsi été montées dans un premier temps, avant que ne soient, dans un deuxième temps, insérées les varangues. Il est cependant impossible, en raison de l'absence de vestiges suffisants, concernant les parties hautes et les membrures, d'étudier les étapes précises de l'ensemble de la construction du navire.

G. Type du bateau *Jules-Verne 9*, espace de navigation et origine

Concernant les dimensions et la forme du navire, P. Pomey restitue un petit navire quillé de 9 m de longueur pour une largeur de 1,60 m qui se caractérise par une carène aux extrémités élancées et une section de forme arrondie définie par l'assemblage quille-galbord et le profil des membrures. À partir de cette restitution, le port en lourd de l'embarcation a également été calculé à environ 2 tonnes[384]. Cette grande barque était certainement propulsée au moyen de rames, ce qui n'exclut pas la présence d'un petit mât portant une voile d'appoint[385] (fig. 74h).

[382] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[383] **Pomey 1995**, p. 471 ; **1999 c**, p. 150.
[384] **Pomey 2003**, p. 64.
[385] Les éléments de restitutions, notamment l'emplanture de mât, ont été établis par analogie avec les épaves *Bon Porté 1*, *César 1* et *Golo* qui présentent les mêmes structures que le bateau *Jules-Verne 9*. Cf. **Pomey 1997** ; **2003**, p. 63.

L'embarcation ainsi définie paraît essentiellement adaptée à une navigation côtière de proximité et était utilisée pour la pêche et notamment, comme le révèle la dizaine de fragments de corail rouge retrouvés dans la résine d'étanchéité répandue dans le fond de la coque, pour la pêche au corail[386].

Concernant l'origine de cette embarcation, il semble évident – compte tenu de son lieu de découverte et son espace de navigation limité qu'il faut situer dans la rade de Marseille – que celle-ci soit issue d'un chantier de construction massaliète. Construite par la troisième génération de Phocéens installés à Massalia depuis 600 av. J.-C., il s'agit par conséquent d'une construction dont la tradition est d'origine grecque orientale. Ce bateau s'inscrit donc lui aussi dans la famille de bateaux cousus de tradition grecque définie par P. Pomey[387].

H. Conclusion

L'épave *Jules-Verne 9* correspond à une petite embarcation entièrement cousue ; tous les éléments de sa structure – quille, bordé, membrure – sont en effet assemblés entre eux au moyen de ligatures végétales. Après les épaves de Giglio et de Bon Porté, pour lesquelles peu ou pas de ligatures ont été conservées, cette épave illustre donc de façon remarquable la technique archaïque d'assemblage par ligatures. Avec un ensemble homogène bien préservé – même si incomplet – et des ligatures encore en place, cette épave permet en effet de bien appréhender les caractéristiques de cette technique originale et de mieux en comprendre les principes et les procédés d'exécution.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Jules-Verne 9* :

HERMARY A., HESNARD A. et TRÉZIGNY H. (dir.)
1999, *Marseille grecque. La cité phocéenne (600-49 av. J.C.)*, Éditions Errance, Paris.
HESNARD A.
1993, Place Jules-Verne, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille, p. 55-59.
1994, Une nouvelle fouille du port de Marseille, place Jules-Verne, *CRAI*, janv.-mars, Paris, p. 195-217.
1999, Le port, dans Hesnard A. *et alii* (dir.) 1999, p. 17-76.
HESNARD A. et PASQUALINI M.

[386] Cf. **Pomey 2000**.
[387] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

1993, Marseille. Place Jules-Verne, *Bilan Scientifique DRAC Provence - Alpes - Côte d'Azur,* SRA, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 110-112.

HESNARD A. et TRÉZIGNY H.

1995, Marseille antique : l'Histoire d'un grand port, *Terres Marines*, n°10, p. 20-23.

HESNARD A., MOLINER M., CONCHE F. et BOUIRON M. (DIR.)

1999, *Parcours de villes. Marseille : 10 ans d'Archéologie, 2600 ans d'Histoire, Catalogue d'exposition, Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille/Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 17-76.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *M.M.*, 90.1, p. 6-28.

POMEY P.

1995, Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille, *CRAI*, avril-juin, p. 459-484.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

1998 b, Les navires grecs archaïques de Marseille, *Marseille, revue culturelle*, n° 185, p. 21-30.

1999 a, Les épaves grecques archaïques de la place Jules-Verne, dans Hesnard *et alii* (dir.) 1999 , p. 35.

1999 b, Le port archaïque et ses deux épaves, dans Hermary A. *et alii* (dir.), 1999, p. 47-49.

1999 c, Les épaves grecques du VIe s. av. J.-C. de la place Jules-Verne à Marseille, dans Pomey P., Rieth É. (dir.) 1999 (*Archaeonautica*, 14), p. 147-154.

1999 d, Les bateaux grecs archaïques de Marseille, *Les bateaux. De la trière aux voiles de course*, Bibliothèque Pour la Science, Luçon, p. 6-13.

2000, Un témoignage récent sur la pêche au corail à Marseille à l'époque archaïque, dans Morel J.-P., Rondi-Costanzo C. et Ugolini D. (ed.), *Corallo di ieri. Corallo di Oggi, Atti del Convegno, Ravello, Villa Rufola, dicembre 1996* (Scienze e Materiali del Patrimonio Culturale 5), Éditions Edipuglia, Bari, p. 37-39.

2001, Les épaves grecques archaïques du VI^{e} siècle av. J.-C. de Marseille : épaves Jules-Verne 7 et 9 et César 1, dans Tzalas H. (éd.) 2001 (*Tropis VI*), p. 425-437.

2002 c, Épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*, dans Long L. Pomey P et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 121-123.

2003, Reconstruction of Marseilles 6th century BC Greek ships, dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 57-65.

POMEY P. et HESNARD A.

1993 a, Les épaves romaines et grecques, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille p. 59-62.

1993 b, Marseille. Place Jules-Verne. V – Les épaves romaines et grecques, *Bilan Scientifique D.R.A.C. Provence - Alpes - Côte d'Azur,* S.R.A., Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 112-115.

X. L'épave de Pabuç Burnu (Turquie, fin du VI^e s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique), découverte et expertise

C'est sur les indications d'un moniteur de plongée que l'équipe de l'*Institute of Nautical Archaeology*[388], basée à Bodrum (Turquie), a effectué une courte expertise en 2001 sur le site de Pabuç Burnu (fig. 38). Le site se trouve à environ 45 mn de navigation au sud-est de Bodrum sur un fond en pente situé entre 35 et 45 m de profondeur. L'expertise, effectuée à bord du sous-marin "de poche" le *Carolyn*, a permis d'observer de nombreuses amphores largement dispersées sur le fond : certaines de ces amphores étaient partiellement enterrées, d'autres reposaient simplement sur le sable. Cette première observation visuelle a été complétée par le prélèvement de l'une de ces amphores ainsi que d'une *œnochoé*, intacte, qui se trouvait directement sous l'amphore prélevée. Cet objet, découvert en place, suggérait dès lors que le gisement ne correspondait pas à une zone de dépotoir, mais bien plutôt à une épave[389].

B. Datation

L'amphore prélevée a été examinée par un archéologue spécialisé dans le transport des amphores grecques, Mark Lawall (Université de Manitoba, Canada). Il date cette amphore de la fin du VI^e s. av. J.-C. et lui donne une origine grecque orientale (régions de Samos, Éphèse ou Milet). Quant à l'*œnochoé*, il la date de la seconde moitié du VI^e s. av. J.-C. et y reconnaît une poterie commune de manufacture ionienne[390].

C. Fouille de l'épave

Aucune épave du VI^e s. av. J.-C. n'a jamais été fouillée dans le bassin oriental de la Méditerranée. Aussi, l'équipe de l'*INA* a-t-elle décidé de mettre rapidement en place une fouille de ce gisement. La première campagne a eu lieu de juin à octobre 2002 sous la direction d'Elizabeth Greene et de George Bass. Il s'agit de la plus longue campagne de fouille conduite en continu par une équipe de l'*INA* en Turquie[391].

---

[388] L'*Institute of Nautical Archaeology* (*INA*) est établie à l'Université du Texas A & M (E.-U.). Il est implanté en Turquie pour y conduire des opérations d'archéologie sous-marine depuis les années 1960 sous la direction de George Bass.
[389] **Greene 2003**, p. 3.
[390] **Greene 2003**, p. 3.
[391] **Greene 2003**, p. 3-4.

D. Matériel mis au jour

Durant cette première campagne de fouille, un matériel abondant, concernant la cargaison et le matériel de bord, a été mis au jour[392]. La cargaison découverte était composée essentiellement d'amphores (28 intactes et plus de 150 fragmentées) provenant de Samos ou de Milet et quelques-unes une probablement originaires de Chios, Cnide et de Clazomènes. Les amphores intactes contenaient pour la plupart des grains de raisins et étaient poissées, indiquant une cargaison principale de vin, et pour les autres, des noyaux d'olives, révélant un transport d'huile d'olive en moindre quantité. Le faible nombre d'amphores découvertes sur le site de Pabuç Burnu[393] fait supposer aux fouilleurs que le navire transportait peut-être à l'origine une cargaison supplémentaire en matériau périssable tels que du bois, du tissu ou de la laine et qui n'a pas été conservé ; à moins que ce ne soit les pilleurs qui soient à l'origine de la disparition d'un certain nombre d'amphores.

Au côté de ces amphores, des pierres de lest, répandues sur la totalité du site de l'épave, ont été découvertes.

Le matériel de bord a été mis au jour dans la partie haute du site qui correspond probablement à la cambuse du navire. Il comprend quatre mortiers, six pichets, deux petits bols et de la céramique fine ; tout ce matériel est de production ionienne locale.

E. État de conservation, étude et présentation architecturale du navire

1. État de conservation et étude[394]

A la fin de cette première campagne, des vestiges de la coque du navire ont été découverts dans la zone basse du site (fig. 75a). Ils correspondent à des éléments de bordé représentant au total quatre bordages en assez bon état de conservation. Ils ont été dessinés et étudiés sommairement pour le moment par Mark Polzer, doctorant du programme d'Archéologie Navale de l'Université de Texas A & M. Les premiers résultats de cette étude ont été publiés dans l'article d'E. Greene consacré à l'épave de Pabuç Burnu[395]. Les bordages se trouvent actuellement en cours de restauration dans le but d'être exposés au Musée d'Archéologie sous-marine de Bodrum.

---

[392] **Greene 2003**, p. 7-9.
[393] E. Greene mentionne en effet l'épave de Tektaş Burnu (Turquie, 3ème quart du Ve s. av. J.-C.) dont le navire naufragé, estimé à 10 m de longueur, transportait une cargaison principale de plus de 200 amphores. Or, le navire de Pabuç Burnu est estimé à env. 20 m de longueur, soit deux fois plus grand que le navire précédent.
[394] **Greene 2003**, p. 9.
[395] **Greene 2003**, p. 9-10.

2. Présentation architecturale

Les bordages mis au jour mesurent 25 cm de large et deux d'entre eux mesurent plus de 2 m de long. Aucune indication n'est donnée sur leur épaisseur. E. Greene indique qu'ils présentent, « sur leurs faces interne et externe », des évidements tétraédriques destinés à un assemblage du bordé au moyen de ligatures (fig. 75b). Des vestiges de cette ligature ainsi que des petites chevilles de blocage qui tenaient en place la ligature dans ses canaux de passage ont d'ailleurs été conservés en place. L'auteur indique aussi la présence de gournables largement espacées ainsi que de tenons insérés dans les cans des bordages. Leur face interne, enfin, était recouverte de poix. On retrouve donc les mêmes éléments caractéristiques d'un assemblage par ligatures longitudinales du bordé que ceux découverts sur les épaves de Giglio et de Bon Porté (cf. *supra*). Seulement, ce type d'assemblage se caractérise par des évidements tétraédriques percés uniquement sur les bords des faces internes des bordages et non également sur les faces externes. Et ces évidements tétraédriques donnent normalement naissance à des canaux obliques qui ressortent sur l'angle inférieur des cans des bordages. Il semble donc peu probable qu'il en soit différemment sur l'épave de Pabuç Burnu et on peut donc supposer que les observations, effectuées lors de cette première campagne, ont porté sur des virures qui étaient peut-être bouleversées, c'est-à-dire positionnées pour certaines à l'endroit et pour d'autres à l'envers, laissant ainsi croire aux fouilleurs que les tétraèdres se trouvaient des deux côtés de chaque virure. De même, des tenons ont-ils réellement été utilisés conjointement à des gournables pour le pré-assemblage des bordages ? C'est effectivement bien le cas sur le navire de Cala Sant Vicenç où des chevilles étaient utilisées pour le pré-assemblage de la quille et des galbords, tandis que des tenons jouaient ce rôle pour la mise en place et le maintien en forme de l'ensemble des virures (cf. *supra*).

Quoi qu'il en soit, les éléments pour le moment publiés de l'architecture navale de l'épave de Pabuç Burnu sont très succincts et correspondent, rappelons-le, à une étude préliminaire. Il ne fait donc aucun doute que les réponses à ces questions seront apportées par les publications plus détaillées qui devraient suivre.

Pour terminer avec l'architecture navale de l'épave de Pabuç Burnu, il est probable, étant donné la configuration du site (en pente) que la coque du navire ait complètement disparu, détruite par les organismes marins. Une nouvelle campagne de fouille était néanmoins prévue en 2003 pour tenter de retrouver d'autres éléments de la coque peut-être encore présents sous le sable, au-bas de la pente. Aucune publication, pour le moment, n'a fait suite et nous ne connaissons donc pas les résultats de cette dernière campagne.

F. Système et type architectural, principe de construction du navire de Pabuç Burnu

Les éléments d'architecture navale mis au jour sur cette épave ne fournissent pour le moment aucun renseignement concernant le système et encore moins le type architectural du navire. Seuls les éléments de bordé mis au jour révèlent un assemblage des bordages entre eux au moyen de gournables et de tenons de pré-assemblage ainsi que de ligatures passées longitudinalement au travers de tétraèdres. Bien que nous ne disposions d'aucun autre élément, l'assemblage des bordages entre eux renvoie assurément, comme dans toute construction navale antique méditerranéenne, à une conception « longitudinale sur bordé »[396]

G. Type du navire de *Pabuç Burnu*, espace de navigation et origine

Le type de navire auquel correspond cette épave ne pouvant être appréhendé pour le moment, c'est le matériel prélevé qui fournit quelques indications concernant l'espace de navigation et l'origine présumée du navire. La cargaison transportée par le navire ainsi que le matériel de bord de l'équipage nous révèlent en effet un navire de commerce en provenance de Grèce orientale et, plus précisément, du sud-est de l'Égée. Naufragé sur les côtes de Carie (Turquie actuelle), ce navire s'inscrit par conséquent dans un commerce de type régional et son espace de navigation correspond à l'évidence à un espace maritime côtier. Une ancre en pierre de 1,7 m de long, découverte au centre de l'épave, suggère par ailleurs un navire de grande taille, peut-être de 22 m de long correspondant à la surface d'étalement des amphores sur le site[397].

H. Conclusion

En attendant d'en savoir davantage sur les caractéristiques architecturales de ce navire, l'épave de Pabuç Burnu, avec ses ligatures longitudinales passant au travers d'évidements tétraédriques caractéristiques pour l'assemblage de ses bordages, atteste d'ores et déjà de l'existence de bateau cousu en Méditerranée orientale dès la fin de l'époque archaïque et dont l'origine ionienne est bien attestée par le matériel de bord. Cette découverte, capitale, permet ainsi de confirmer l'hypothèse de Y. Kahanov et de P. Pomey qui identifient la tradition grecque de toute une famille de bateaux cousus comme étant d'origine ionienne[398]. Nous

[396] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[397] **Greene 2003**, p. 7.
[398] **Kahanov, Pomey 2004**, *addendum*, p. 26.

reviendrons plus largement sur cette question de famille architecturale et d'origine dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Pabuç Burnu* :

GREENE E.
2003, Endless Summer: The 2002 Excavation Season at Pabuç Burnu, Turkey, *The INA Quarterly*, 30.1, p. 3-11.

XI. Un fragment de bateau "cousu" découvert dans la lagune Nord de Venise (Italie, 590-470 av. J.-C.)

Dans ses divers articles consacrés aux *« sutiles naves »* de la côte nord-occidentale de l'Adriatique, Carlo Beltrame (Université de Venise) rapporte qu'un fragment de coque, provenant vraisemblablement d'une embarcation cousue, a été récupéré en 1971 dans la lagune Nord de Venise, dans la commune de Barena del Vigno (Vénétie)[399] (fig. 38). Déjà disparu au moment où C. Beltrame rédigeait cette note, ce dernier rapporte des données publiées bien après la découverte de cette pièce mais dont un des articles, auquel il se réfère, présentait au moins une illustration[400] (fig. 76). Il s'agit donc d'une "planche" de 130 cm de long entaillée, le long de l'un de ses bords, de canaux obliques dont cinq d'entre eux ont conservé des petites chevilles encore en place.

Bien que l'on ne dispose que de très peu d'information sur ce qui semble être un fragment de bordage, son intérêt est notable puisqu'il a été daté, par des analyses au Carbone 14, entre 590 et 470 av. J.-C. Il s'agirait ainsi du plus ancien témoignage de "bateau cousu" découvert en Adriatique.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant le fragment de bateau "cousu" découvert dans la lagune nord de Venise :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 139.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.), *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 92.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 365.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 106.

CANAL E.

1998, *Testimonianze archeologiche nella laguna di Venezia. L'età antica*, Venise, p. 25.

DORIGO W.

[399] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2002 a**, p. 365 ; **2002 b**, p. 106.
[400] **Dorigo 1983**, p. 247 et fig. 153 ; **Canal 1998**, p. 25.

1983, *Venezia origini*, Éditions Electa, Milan, p. 247 et fig. 153.

XII. L'épave *Jules-Verne 7* (France, 525-510 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

Comme l'épave *Jules-Verne 9*, l'épave *Jules-Verne 7* a été découverte en 1993, à Marseille (fig. 38), dans la zone du port antique de la cité phocéenne (cf. *supra*, p. 168).

B. Fouille et étude de l'épave

L'épave *Jules-Verne 7*, découverte contre l'épave *Jules-Verne 9* (fig. 74a et 74b), a également été fouillée et étudiée par l'équipe d'archéologie navale du Centre Camille Jullian (CNRS), sous la direction de P. Pomey (cf. *supra*, p. 168-169). Les résultats de l'étude concernant cette épave ont été publiés dans les mêmes articles et les mêmes actes de colloque que l'épave *Jules-Verne 9*[401].

C. Datation[402]

L'épave *Jules-Verne 7* a également été abandonnée, comme l'épave *Jules-Verne 9*, à la fin du VI^e^ s. av. J.-C. (entre 525 et 510). Ce navire a donc probablement été construit et a navigué dans la seconde moitié du VI^e^ s. av. J.-C., soit moins d'un siècle après la fondation de la cité phocéenne.

D. État de conservation de la coque

Les vestiges de ce navire ont été conservés sur une longueur de 14 m et une largeur de 4 m (fig. 74a). La coque a beaucoup souffert lors de sa période d'abandon comme en témoignent les nombreuses ruptures (notamment le long de l'axe central où la carène s'est ouverte en deux), l'affaissement d'une des murailles et les membrures bouleversées (fig. 74b). Cependant, la coque est assez complète et la quille a été intégralement conservée d'une extrémité à l'autre. L'étrave et l'étambot ont disparu mais on connaît les formes des extrémités grâce aux têtes de virures correspondantes. Les deux flancs, de chaque côté de la quille, ont été conservés au moins jusqu'à la première préceinte basse (qui correspond à la 9^ème^ virure), soit approximativement au niveau de la ligne de flottaison et une des murailles

[401] Cf. essentiellement **Pomey 1995** ; **1999 c** ; **2001** ; **2002 c**.
[402] **Pomey 1995**, p. 471 ; **2001**, p. 425.

présente encore trois niveaux de préceinte (la 9ème, la 11ème et la 13ème virure) dont la dernière se situe à proximité de la ligne de plat-bord. La plupart des membrures qui sont conservées, si elles ont été chamboulées, peuvent être remises place et certaines sont complètes depuis la varangue centrale jusqu'à l'extrémité de l'allonge.

L'état de l'épave, même si elle a beaucoup souffert, a ainsi permis une étude très complète du navire originel.

E. Présentation architecturale

La quille, débitée dans du chêne-vert[403] a été entièrement conservée et mesure 10,70 m de longueur. Elle est constituée de deux éléments assemblés entre eux par un écart en « trait de Jupiter » bloqué par une clef verticale, elle-même verrouillée par l'insertion d'une cheville horizontale. Cet écart se situe à 3 m environ de l'extrémité avant. Au niveau de ses extrémités, la quille se relève pour amorcer les courbures de l'étrave et de l'étambot. Elle leur est assemblée également par un écart en « trait de Jupiter » de même type. La quille est de section presque carrée avec une largeur de 10 cm pour une hauteur de 11 cm. Elle est dépourvue de râblure ou de chanfrein sur toute sa longueur centrale. En revanche, vers les extrémités, à environ 1 m avant les entures en « trait de Jupiter », les joues de la quille, ainsi que les faces latérales de l'étrave et de l'étambot, sont entaillées d'une profonde râblure triangulaire destinée à recevoir le galbord ainsi que les têtes de virures des extrémités. Le galbord, qui est de section rectangulaire, a été apposé bord à bord avec les faces latérales de la quille et lui est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés. Son apposition sur les joues de la quille forme donc, comme pour le bateau *Jules-Verne 9*, un plan d'assemblage horizontal.

Les virures du bordé, débitées dans du pin d'Alep, présentent une largeur qui varie de 14 à 28 cm et une épaisseur comprise entre 2,5 et 3 cm. Les bordages sont assemblés par des joints en biseau simples dans les fonds (correspondants aux six premières virures) et au-delà, par des joints en ligne brisée, ou curviligne. Le bordé comporte trois préceintes relativement étroites (de 7 à 11 cm de largeur) mais épaisses (de 8 à 12 cm) de section polygonale ou semi-circulaire. L'ensemble du bordé a été assemblé à franc-bord au moyen de deux techniques employées conjointement : par « tenons et mortaises » et par « ligatures ».

La technique par tenons et mortaises chevillés, également employée pour l'assemblage du galbord à la quille, a été utilisée pour la majeure partie du bordé. Les tenons, en olivier, sont longs et étroits (L. : 14-15 cm ; l. : 3-3,5 cm ; ép. : 0,5 cm) et les mortaises sont largement espacées, de 19 à 20 cm en moyenne (fig. 77a). Les chevilles, également en olivier,

[403] De même que pour *Jules-Verne 9*, les analyses des essences de bois utilisées pour la construction du navire *Jules-Verne 7* ont été effectuées par F. Guibal (IMEP/CNRS).

ont été enfoncées à partir de l'intérieur de la coque. Les caractéristiques de cet assemblage par tenons et mortaises dénotent un certain aspect primitif et encore peu évolué par rapport au système qui sera développé par la suite, notamment à partir du IV^{e} s. av. J.-C. (cf. *infra* le navire de Kyrenia, § n°XVIII).

Les assemblages par ligatures sont en revanche utilisés d'une façon très limitée. On les trouve aux deux extrémités de la quille, là où existent les râblures ; pour la liaison des têtes de virures sur l'étrave et l'étambot ; et en diverses zones relativement réduites de la coque qui correspondent à des réparations intervenues après l'assemblage initial des virures par tenons et mortaises (fig. 77b). Ces points d'assemblage par ligatures ont été réalisés selon la même technique que celle mise en œuvre sur *Jules-Verne* 9 avec ici un écartement des chevilles horizontales de 20,5 cm et un écartement des évidements tétraédriques pour le passage des ligatures de 3 cm. L'analyse de ces points d'assemblage montre cependant que les réparations ont été effectuées avec moins de soin que l'assemblage d'origine des extrémités.

De même que pour *Jules-Verne 9*, la membrure est également composée d'une succession de varangues dont le profil confère au navire une forme de carène très arrondie. La maille de la membrure est également largement espacée, de l'ordre de 0,90 m. Les membrures, débitées dans de l'aulne glutineux et du pin d'Alep, présentent aussi les mêmes caractéristiques morphologiques que celles de la barque *Jules-Verne 9* mais avec néanmoins des modules plus importants, soit un pied étroit (l. : de 3 à 4 cm) qui s'évase vers le haut (h. : de 11 à 13,5 cm), avec un dos arrondi (l. de 8 à 11 cm) et une base entaillée par de nombreux évidements de forme rectangulaire (L. : de 4,5 à 6 cm ; h. : de 1,5 à 2,5 cm)[404]. Elles sont également liées à leurs allonges au moyen d'écarts à croc chevillés. Des couples de revers de section rectangulaire (h. : 7 à 9 cm ; l. : 4 cm) mais dont l'extrémité se termine en pointe[405], prennent place dans les parties hautes de la coque, à partir des 7ème et 8ème virures, et complètent ainsi les membrures des fonds en venant s'intercaler entre les allonges et les varangues. Les membrures en revanche, ne sont pas fixées au bordé au moyen de ligatures comme sur le bateau *Jules-Verne 9*, mais au moyen de clous en fer[406] enfoncés à partir de l'extérieur de la coque et dont la pointe a été rabattue sur le dos des membrures. Seuls les couples de revers ont été assemblés au bordé au moyen de gournables enfoncées à partir de l'extérieur et leur pied a été assemblé au bordé au moyen de ligatures externes. Deux remarques s'imposent ici. La première concerne la morphologie particulière des varangues qui ne se justifie plus puisqu'elle était adaptée à un assemblage par ligatures. La seconde porte sur les évidements, situées à la base des membrures, qui n'ont également plus aucune raison d'être puisque le bordé est dorénavant assemblé essentiellement au moyen de tenons et

[404] Dimensions communiquées par M. P. Pomey que je remercie.
[405] Informations également communiquées par M. P. Pomey.
[406] Analyse laboratoire ARC Nucléart (Grenoble).

mortaises. La morphologie des membrures, de même que les évidements, ont donc sans doute été conservés par traditionalisme.

Le massif d'emplanture du navire a probablement été récupéré, comme c'était souvent le cas dans l'Antiquité pour les navires abandonnés, et n'a donc pas été retrouvé en place. Il est néanmoins possible d'en restituer l'implantation et le système de fixation grâce à la présence sur la quille de clefs verticales. Le massif, restitué également par analogie avec celui retrouvé sur l'épave *Gela 1* (cf. *infra*, p. 207), devait donc vraisemblablement, au moyen de petites entailles pratiquées sur sa face inférieure, venir s'encastrer sur le dos des varangues, et était assemblé directement à la quille au moyen de clefs en bois verticales[407].

Pour terminer avec la charpente interne du navire, il faut signaler que les extrémités des allonges de varangues, au niveau de la deuxième préceinte, portaient des encoches latérales avec chevillage très vraisemblablement destinées à l'accrochage des baux transversaux qui ont disparu. Des mortaises, entaillées sur le dos des varangues, indiquent également la présence d'épontilles axiales dont une a été intégralement conservée.

F. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Jules-Verne 7*

Le type architectural du navire *Jules-Verne 7* se définit par une quille de section quadrangulaire prolongée sur ses deux extrémités, au moyen d'écarts en « trait de Jupiter », par la pièce d'étrave et la pièce d'étambot ; les extrémités de la quille, de même que les faces latérales de l'étrave et de l'étambot, sont entaillées de râblures destinées à recevoir le galbord ainsi que les têtes de virures des extrémités. Quille et galbords, de même que l'ensemble des virures, sont assemblés à franc-bord au moyen de tenons longs et étroits insérés dans des mortaises largement espacées et tenus en place par des petites chevilles de blocage ainsi que par quelques sections de ligatures longitudinales passées au travers de tétraèdres et utilisées pour fermer les extrémités et effectuer des réparations dispersées dans la coque. La membrure, associée au bordé, est composée d'une succession de varangues prolongées à leurs extrémités, au moyen d'écarts à crocs chevillés, par des allonges ainsi que par des couples de revers qui prennent position dans les parties hautes de la coque, entre les allonges. Varangues et allonges, bien que présentant un même profil trapézoïdal avec des évidements percés sur leur face inférieur, sont fixées au bordé au moyen de clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur et dont la pointe est rabattue sur leur dos tandis que les couples de revers, de section quadrangulaire mais avec les mêmes évidements sur leur face inférieure, sont fixés au bordé

[407] **Pomey 1997**, p. 198.

au moyen de gournables insérées également à partir de l'extérieur mais avec leur pied assemblé au moyen de ligatures externes. Un massif d'emplanture, encastré sur le dos des membrures, était finalement directement fixé à la quille au moyen de clefs en bois. Bien qu'assemblé au moyen de deux techniques différentes, le bordé de *Jules-Verne 7* présente un assemblage régulier de ses éléments qui lui confère un rôle structural fondamental dans la cohésion de l'ensemble de la carène. La membrure, qui vient renforcer transversalement la coque, ne joue à l'inverse qu'un rôle secondaire dans la structure. Ce système architectural relève donc également d'une conception « longitudinale sur bordé »[408]

Concernant les procédés de construction, des marques de charpentiers, les mêmes que celles observées sur la barque *Jules-Verne 9*, ont été incisées sur le dos de la quille, tandis que des pointes de flèches ont été incisées sur le bordé interne, notamment au niveau de la huitième virure. Ces marques signalent l'emplacement des membrures, et indiquent de surcroît qu'elles ont été mises en place après le montage des huit premières virures de bordé. La huitième virure, plus large que les autres, jouait ainsi, selon P. Pomey, un rôle particulier de "virure de réglage" : c'est à son niveau en effet que devaient être effectués les contrôles, et au besoin les rectifications, de symétrie et de forme de la carène avant la mise en place de la membrure et la poursuite de la construction[409]. Ces marques de charpentier, qui révèlent les premières étapes de la construction du navire, témoignent ainsi clairement d'un procédé de construction de type « bordé premier ».

Le navire *Jules-Verne 7*, bien qu'assemblé par tenons et mortaises, se rattache donc à la même tradition architecturale que le navire *Jules-Verne 9*.

G. Type du navire du navire *Jules-Verne 7*, espace de navigation et origine

Concernant les formes et les dimensions du navire, l'assemblage quille-galbord et le profil des membrures montrent une carène de section arrondie dans sa partie centrale mais avec des extrémités pincées et élancées que révèle la terminaison des virures (fig. 77c). Il s'agit par ailleurs vraisemblablement d'un navire de commerce dont P. Pomey restitue les dimensions à 15,65 m de longueur sur 3,80 m de largeur, qui était propulsé à la voile et qui possédait une capacité de charge estimée à environ onze tonnes pour un déplacement lourd de quinze tonnes[410].

Le navire *Jules-Verne 7*, ainsi défini, présentait à l'évidence les dimensions et les capacités nautiques nécessaires pour effectuer des navigations hauturières, dans l'ensemble de la Méditerranée. Pour autant, il est fort vraisemblable que le navire *Jules-Verne 7* ait été

[408] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[409] On note en effet une nette asymétrie au niveau des sept premières virures qui est rectifiée au niveau de la huitième virure (cf. **Pomey 1998 b**, p. 29).
[410] **Pomey 2003**, p. 63.

construit dans le même chantier – voire un chantier voisin – que la grande barque de pêche *Jules-Verne 9*. Même si leurs assemblages sont différents, les similitudes – et notamment les similitudes morphologiques – entre les deux coques sont en effet très grandes et elles présentent de plus les mêmes marques de charpentiers incisées. Le navire *Jules-Verne 7* a donc vraisemblablement été lui aussi construit par la troisième génération de Phocéens installée à Massalia depuis 600 av. J.-C. et relève également de la famille architecturale des bateaux cousus de tradition grecque définie par P. Pomey[411].

H. Conclusion

Contrairement au navire *Jules-Verne 9*, qui est un bateau entièrement cousu, les caractéristiques remarquables de ce navire résident dans son mode de construction tout à fait original qui utilise conjointement plusieurs techniques d'assemblage : par tenons et mortaises et par ligatures pour la quille et les bordés ; par clouage, chevillage et ligatures pour la membrure. Cette épave correspond en réalité à un navire de transition qui illustre de façon exceptionnelle l'évolution des techniques de construction[412] qui fera l'objet d'un développement plus long dans la quatrième partie de cette étude.

De manière plus globale, la découverte des épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7* dans les niveaux grecs archaïques du port antique de Marseille est exceptionnelle à bien des égards. D'une part en raison de leur haute datation qui les inscrit dans la lignée directe – la troisième génération – des Phocéens débarqués et installés à Marseille depuis 600 av. J.-C. D'autre part en raison de leur état de conservation qui a permis d'en entreprendre la restauration en vue de leur exposition et en font, de ce fait, de véritables "objets" patrimoniaux de la ville de Marseille. Enfin, en raison de leurs techniques de construction qui témoignent de la coexistence, dans la seconde moitié du VI^{e} s. av. J.-C., de deux types d'assemblage pour le montage du bordé – par tenons et mortaises et par ligatures – qui permet ainsi de mieux comprendre l'adoption et le développement du tenon et mortaise par un milieu qui pratiquait traditionnellement l'assemblage par ligatures.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Jules-Verne 7* :

HERMARY A., HESNARD A. et TRÉZIGNY H. (dir.)
1999, *Marseille grecque. La cité phocéenne (600-49 av. J.C.)*, Éditions Errance, Paris.
HESNARD A.

[411] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.
[412] Cf. **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

1993, Place Jules-Verne, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille, p. 55-59.

1994, Une nouvelle fouille du port de Marseille, place Jules-Verne, *CRAI*, janv.-mars, Paris, p. 195-217.

1999, Le port, dans Hesnard A. *et alii* (dir.) 1999, p. 17-76.

HESNARD A. et PASQUALINI M.

1993, Marseille. Place Jules-Verne, *Bilan Scientifique DRAC Provence - Alpes - Côte d'Azur,* SRA, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 110-112.

HESNARD A. et TRÉZIGNY H.

1995, Marseille antique : l'Histoire d'un grand port, *Terres Marines*, n°10, p. 20-23.

HESNARD A., MOLINER M., CONCHE F. et BOUIRON M. (DIR.)

1999, *Parcours de villes. Marseille : 10 ans d'Archéologie, 2600 ans d'Histoire, Catalogue d'exposition, Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille/Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 17-76.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *M.M.*, 90.1, p. 6-28.

POMEY P.

1995, Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille, *CRAI*, avril-juin, p. 459-484.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

1998 b, Les navires grecs archaïques de Marseille, *Marseille, revue culturelle*, n° 185, p. 21-30.

1999 a, Les épaves grecques archaïques de la place Jules-Verne, dans Hesnard *et alii* (dir.) 1999 , p. 35.

1999 b, Le port archaïque et ses deux épaves, dans Hermary A. *et alii* (dir.), 1999, p. 47-49.

1999 c, Les épaves grecques du VIe s. av. J.-C. de la place Jules-Verne à Marseille, dans Pomey P., Rieth É. (dir.) 1999 (*Archaeonautica*, 14), p. 147-154.

1999 d, Les bateaux grecs archaïques de Marseille, *Les bateaux. De la trière aux voiles de course*, Bibliothèque Pour la Science, Luçon, p. 6-13.

2001, Les épaves grecques archaïques du VI^{e} siècle av. J.-C. de Marseille : épaves Jules-Verne 7 et 9 et César 1, dans Tzalas H. (éd.) 2001 (*Tropis VI*), p. 425-437.

2002 c, Épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*, dans Long L. Pomey P et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 121-123.

2003, Reconstruction of Marseilles 6th century BC Greek ships, dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 57-65.

POMEY P. et HESNARD A.

1993 a, Les épaves romaines et grecques, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille p. 59-62.

1993 b, Marseille. Place Jules-Verne. V – Les épaves romaines et grecques, *Bilan Scientifique DRAC Provence - Alpes - Côte d'Azur,* SRA, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 112-115.

XIII. L'épave *Villeneuve-Bargemon 1* ou *César 1* (France, 525-510 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[413]

L'épave *Villeneuve-Bargemon 1*, également appelée *César 1*, a été découverte à Marseille (fig. 38) en 1997 sur la place Villeneuve-Bargemon au cours d'une fouille préventive liée au projet de « musée César ». Située à proximité de l'actuel vieux port, cette place est mitoyenne de la place Jules-Verne où ont été découvertes les épaves grecques archaïques *Jules-Verne 7* et *Jules-Verne 9* (cf. *supra* § n°IX et XII). Les fouilles qui s'y sont déroulées ont donc permis de mettre en évidence la suite des aménagements du port antique de Marseille[414].

B. Fouille et étude

De la même façon que les épaves *Jules-Verne 7* et *Jules-Verne 9*, l'épave *César 1* a été fouillée et étudiée sous la conduite de P. Pomey assisté de M. Rival et R. Roman (CCJ). Les premiers résultats de l'étude ont pour le moment été publiés à la suite du sixième colloque *Tropis*[415].

C. Datation

Les niveaux archéologiques révèlent que l'épave semble avoir été abandonnée dans le dernier quart du VI^{e} s. av. J.-C., entre 525 et 510[416]. L'épave *César 1* est donc parfaitement contemporaine des deux épaves présentées précédemment, *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*.

D. État de conservation

Les vestiges du navire correspondent à un fond de carène conservé sur 6,10 m de longueur sur une largeur de 0,90 m mais coupé en deux par une petite tranchée (fig. 78). Ces vestiges comprennent la quille, avec ses deux extrémités conservées, un fragment de la pièce d'étrave ou d'étambot en place, une partie du bordé, correspondant à cinq éléments de virures, et deux maigres fragments de membrure.

---

[413] **Pomey 2001**, p. 425.
[414] **Hesnard 1999**.
[415] **Pomey 2001**, p. 429-430.
[416] **Pomey 2001**, p. 425 ; **Kahanov, Pomey 2004**, tableau p. 21.

E. Présentation architecturale

La quille présente, à ses extrémités, des écarts en « trait de Jupiter » à clef verticale pour les assemblages avec les pièces d'étrave et d'étambot dont un fragment encore en place à été conservé sur l'une des extrémités. La quille ne présente ni chanfrein ni râblure. En revanche, la pièce d'étrave ou d'étambot conservée est entaillée, sur ses faces latérales, d'une râblure destinée à recevoir le galbord et les têtes de virures.

L'ensemble quille-galbord ainsi que les virures conservées en place sont assemblés entre eux au moyen de tenons chevillés dans des mortaises selon des dimensions correspondant à celles de l'épave *Jules-Verne 7* (cf. dim° des tenons : L. : 14-15 cm ; l. : 3-3,5 cm ; ép. : 0,5 cm et écartement : 19 à 20 cm en moyenne). De la même façon que pour *Jules-Verne 7*, des chevilles horizontales et des ligatures, passant de manière continue et longitudinale aux travers d'évidements tétraédriques, sont également utilisées : d'une part aux extrémités de l'axe longitudinal du navire pour la fermeture des têtes de virures sur l'étrave et l'étambot, et d'autre part pour des réparations effectuées dans la coque.

La membrure est constituée de varangues prolongées à leurs extrémités par des allonges qui leur sont assemblées au moyen d'écarts à croc chevillés. Elle présente une maille large, de l'ordre de 90 cm. Les varangues ont le profil caractéristique des varangues de type "archaïque" avec un pied étroit, des faces latérales évasées et un dos arrondi. Leur face inférieure est également entaillée au niveau des joints de virure. De la même façon que pour *Jules-Verne 7*, la membrure est fixée au bordé au moyen de clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur. Une fois encore, ce profil particulier – adapté à un assemblage par ligatures – ne se justifie pas, de même que les entailles situées sous la face inférieure des membrures n'ont pas lieu d'être puisque l'essentiel du bordé est assemblé par tenons et mortaises.

Les assemblages utilisés et leur disposition sont donc les mêmes que ceux mis en œuvre dans le navire *Jules-Verne 7*, en revanche les modules et les formes des pièces (quille, virures et membrures) sont semblables à celles du navire *Jules-Verne 9*.

F. Système et type architectural, conception et procédés de construction du bateau *César 1*

Le type architectural révélé par l'épave *César 1* se définit par une petite quille prolongée à ses deux extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot qui lui sont assemblées

par un écart en « trait de Jupiter » à clef verticale ; ses faces latérales sont planes et seules les pièces d'étrave et d'étambot sont entaillées d'une râblure. L'ensemble quille-galbord, de même que l'ensemble des virures du bordé, est assemblé à franc-bord au moyen de tenons longs et étroits insérés dans des mortaises largement espacés et tenus en place par des petites chevilles de blocage ainsi que par des petites sections de ligatures passées de manière longitudinale au travers d'évidements tétraédriques et utilisées pour fermer les extrémités et effectuer des réparations dispersées dans la coque. La membrure, composée d'une succession de varangues au profil trapézoïdal et prolongées à leurs extrémités par des allonges, de même profil, au moyen d'écarts à croc chevillés, est fixée au bordé au moyen de clous.

Par sa technique de construction, le navire *César 1* est identique au navire *Jules-Verne 7* ; en revanche, par sa structure, ses formes et ses dimensions, *César 1* est semblable au bateau *Jules-Verne 9*[417]. De la même façon que ces deux bateaux, *César 1* est donc une embarcation réalisée selon les principes et les procédés de construction sur « bordé premier »[418].

G. Type du bateau *César 1*, espace de navigation et origine

L'épave *César 1* correspond à un même type de barque côtière que *Jules-Verne 9* d'environ 9 m de longueur qui se caractérise par une petite quille, des fonds arrondis et des extrémités élancées (cf. *supra*). Comme *Jules-Verne 9*, *César 1* devait donc être une embarcation parfaitement adaptée à une navigation côtière de proximité, destinée à naviguer dans la rade de Marseille. Il est également fort probable, comme les navires grecs découverts sur la place Jules-Verne, que le navire *César 1* ait été construit dans l'un des chantiers de Massalia par les descendants directs des Phocéens. Ses caractéristiques architecturales l'inscrivent en effet dans cette même famille de bateaux cousus de tradition grecque définie par P. Pomey[419].

H. Conclusion

César 1, semblable par ses formes et ses dimensions, à la grande barque *Jules-Verne 9*, est en revanche identique, par sa technique de construction, au navire *Jules-Verne 7*. À l'extrême fin du VI^{e} s. av. J.-C., cette épave témoigne donc, une nouvelle fois, de la coexistence de deux types d'assemblage pour la réalisation du bordé avec l'adoption du tenon et mortaise par un milieu qui pratiquait traditionnellement l'assemblage par ligatures. Cette épave, tout comme

[417] **Pomey 2001**, p. 429.
[418] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[419] **Kahanov, Pomey 2004**.

l'épave *Jules-Verne 7*, constitue donc un jalon important pour l'évolution des techniques de construction[420] dont il sera question dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *César 1* :

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

POMEY P.

2001, Les épaves grecques archaïques du VI^e^ siècle av. J.-C. de Marseille : épaves Jules-Verne 7 et 9 et César 1, dans Tzalas H. (éd.) 2001 (*Tropis VI*), p. 425-437.

[420] Cf. **Kahanov, Pomey 2004**.

XIV. L'épave *Grand Ribaud F* (France, entre 515 et 470 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique), découverte et expertise[421]

L'épave *Grand Ribaud F*, déclarée par H.-G. Delauze (COMEX, Marseille) en mars 1999, se situe au sud de la Presqu'île de Giens (Hyères, Var) (fig. 38), au pied de l'îlot du Grand Ribaud par 59 à 61 m de profondeur. Une première expertise s'est déroulée sur le site en octobre 2000 sous la direction de Luc Long (DRASSM) (fig. 79a). Elle a permis de mettre en évidence l'existence remarquable d'un gisement d'amphores étrusques homogène que complétaient des bassins en bronze et de la céramique grecque[422] (fig. 79b). À la suite de cette expertise, un programme d'interventions a été mis en place, toujours sous la direction de L. Long, et a vu la réalisation de deux sondages qui ont eu lieu consécutivement en août 2001 et en août 2002. Par ailleurs, il est important d'indiquer qu'entre l'expertise et le premier sondage, de même qu'entre les deux sondages, l'épave a fait l'objet de pillages de la part de plongeurs clandestins qui ont prélevé et saccagé plus d'une dizaine d'amphores.

B. Sondages

L'objectif du sondage réalisé en 2001 était de mesurer l'emprise du site au sol et de tenter d'évaluer l'homogénéité et le volume du chargement ainsi que d'apprécier l'état de conservation des vestiges de la coque[423]. Pour cela, une tranchée a été réalisée dans l'un des secteurs potentiels de l'épave, dans la zone sud-ouest du site (fig. 79c et fig. 79d). Au total, 12 à 15 m² ont été explorés. Au cours de la mission 2002, un autre sondage a été pratiqué, toujours sous forme de tranchée, sur l'autre extrémité de l'épave[424] (fig. 79c).

La profondeur du site, à la limite de la plongée profonde, implique des conditions de travail particulières qui allient les techniques de fouille appliquées aux épaves en eaux profondes (utilisation d'un ventilateur *"Blaster"* pour le dévasage, d'un sous-marin et d'un *ROV*[425] pour l'observation, l'enregistrement et le prélèvement du matériel) et les techniques de fouille sous-marines plus traditionnelles (intervention directe – mais limitée[426] – de plongeurs en scaphandre autonome pour le nettoyage de la coque au moyen de suceuses à eau, la réalisation de relevés manuels, ainsi que l'enregistrement et le prélèvement de matériel

[421] **Long, Delauze 2002**, p. 68-69 ; **Long, Drap, Gantès 2002**, p. 5.
[422] **Long, Gantès, Drap** 2002.
[423] **Long, Drap, Gantès, Rival 2001**, p. 5-7 ; **2002**.
[424] **Long, Drap, Gantès, Rival 2002** ; **2003**.
[425] Le *ROV* (*Remote Operated Vehicle*) est un robot téléguidé sous-marin relié à la surface par un cordon et dirigé au moyen d'un boîtier de commande. Il est équipé d'une caméra et de pinces de préhension.
[426] À 60 m de profondeur, l'intervention des plongeurs professionnels est limitée à 15 mn de plongée par personne et par jour sur le site.

complémentaire). Malgré des conditions « pénibles et sans grand rendement à cette profondeur »[427], les résultats obtenus sur cette épave sont pour le moment très riches et très prometteurs pour la suite qui devrait voir, avec l'obtention de financements exceptionnels, la poursuite éventuelle de la fouille.

C. Matériel mis au jour et datation

Les trois courtes opérations menées jusqu'à présent sur l'épave ont permis de mesurer l'importance quantitative et l'homogénéité du chargement. Le navire naufragé au sud de la Presqu'île de Giens était en effet chargé sur au moins cinq couches de plusieurs centaines d'amphores (estimées au total à un millier), de vases en bronze empilés, de disques à rebord perlé et d'un complément de fret en céramique grecque[428].

Les amphores sont étrusques, toutes de type Py 4, dont la forme et la pâte renvoient aux productions de la zone de Caere (Étrurie). L'enduit de poix, qui recouvrait l'intérieur des amphores, indique qu'elles contenaient du vin.

Les lots de plats métalliques retrouvés correspondent à des bassins étrusques en tôle de bronze associés traditionnellement au commerce du vin. Ceux-ci, de même que les disques à rebord perlé, également d'origine étrusque, ont certainement été chargés au-dessus de la dernière couche d'amphores, peut-être dans des caisses ou des sacs, et faisaient vraisemblablement partie de la cargaison.

Le lot de vaisselle grecque mis au jour jusqu'à présent – un fond de *kylix* à vernis noir, plusieurs fragments de bords appartenant à une ou plusieurs coupes de type Bloesch C, un *askos* à figure noire et bandes peintes – constituait vraisemblablement un complément de fret.

Concernant le mobilier de bord, celui-ci était constitué d'au moins trois amphores étrusques de type Py 5, trois amphores massaliètes, et quatre amphores grecques dont une présente un *graffito* inscrit en caractère étrusque et désignant un nom étrusque bien attesté en Campanie. Le matériel céramique mis au jour et appartenant également au mobilier de bord comprend un fond de vase à engobe orangé avec *graffiti* – dont une inscription écrite en grec – et dont l'origine serait peut-être l'Italie centrale, des fragments se rattachant à plusieurs cruches ovoïdes, et qui pourraient être de production étrusque, ainsi qu'une coupe basse à rattacher aux fabriques d'Étrurie méridionale. Enfin des fragments de cruches et d'une *olpé* à pâte claire, dont l'origine exacte n'a pas été déterminée, complètent ces découvertes.

Cernée par la chronologie des amphores Py 4 et par la céramique grecque, la datation du naufrage s'inscrit dans une fourchette chronologique tournant aux alentours de 500 av. J.-C., entre 515 et 470.

---

[427] **Long, Drap, Gantès, Rival 2001**, p. 6.
[428] **Long, Gantès, Drap 2002**, p. 17-34 ; **Long, Sourisseau 2002**, dans Long, Pomey, Sourisseau (dir.) 2002, p. 55-62 ; **Long, Drap, Gantès, Rival 2003**, p. 68-69.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[429]

En 2001, le sondage de 3 m de longueur sur 1,20 m de largeur, pratiqué sur un flanc de l'épave, a permis de mettre en évidence une partie de la charpente axiale et transversale du navire, à savoir une partie du bordé, deux membrures en place et, reposant sur ces dernières, une carlingue avec une épontille en place (fig. 79e). Le sondage réalisé l'année suivante, à l'opposé du navire, a vu la mise au jour de la pièce d'étambot, d'un fourcat ainsi que, à environ 2 m en arrière du massif d'étambot et légèrement décalée par tribord, de l'extrémité inférieure d'un gouvernail latéral.

Au total, un fragment de virure du bordé (fig. 79f), un fragment de membrure (fig. 79g), l'épontille encore en place dans un fragment de la carlingue (fig. 79h), le fourcat (fig. 79i), un fragment de l'étambot (fig. 79j) ainsi que l'extrémité inférieure du gouvernail latéral tribord (fig. 79k) ont été prélevés pour être étudiés à terre. L'étude d'architecture navale est assurée par M. Rival (CCJ) et ses données, ainsi que les premiers résultats qu'il en a retirés, sont consultables dans les rapports d'opération et les bilans scientifiques rédigés suite aux sondages réalisés en 2001 et 2002[430]. Un premier article a également été publié dans le catalogue consacré à l'exposition des *Étrusques en mer* (Musée d'Histoire de Marseille 2002-2003) et un second devrait bientôt paraître dans les actes du XXIV^{e} colloque *di Studi Etruschi*[431].

2. Présentation architecturale

La présence de la carlingue n'a pas permis d'observer la quille située en dessous ; la présence de cette dernière est cependant bien attestée. En revanche, le massif d'étambot mis au jour et prélevé montre qu'il s'agit d'une pièce massive en chêne caducifolié[432] qui présente de profondes râblures sur ses faces latérales (8 cm) destinées à recevoir le galbord et les têtes de virures de l'extrémité arrière du navire (fig. 79l). Ces derniers lui sont assemblés au moyen de chevilles diagonales et de ligatures végétales (fig. 79m). Les chevilles (diam. : 1,8 cm, en saule blanc) qui traversent la pièce en diagonale, ont pour fonction de pré-assembler et de

[429] **Long, Drap, Gantès, Rival 2001**, p. 37 ; **2002**, p. 10 ; **2003**, p. 69-70.
[430] Le rapport 2001 (**Long, Drap, Gantès, Rival 2001**) est consultable sur Internet à l'adresse http://grandribaudf.gamsau.archi.fr/ tandis que le rapport 2002 (**Long, Drap, Gantès, Rival 2002**) n'est consultable qu'au sein du DRASSM. Concernant les bilans scientifiques, cf. **Long, Delauze, Drap, Gantès, Rival 2002**, p. 76-77 et **Long, Drap, Gantès, Rival 2003**, p. 69-70.
[431] **Pomey, Rival 2002**, p. 113-115 ; **Pomey à paraître**.
[432] Les déterminations des essences utilisées pour la construction du navire ont été réalisées par S. Wicha, doctorante (CCJ, IMEP).

maintenir en place le galbord dans la râblure. L'assemblage effectif des pièces est réalisé au moyen des ligatures passées de manière continue et longitudinale dans des évidements tétraédriques (1,9 cm de côté) disposés tous les 6 cm en moyenne sur les bords de la face supérieure de l'étambot et aboutissant, sur le haut des faces latérales du massif, à des canaux obliques. Elles sont tenues en place dans leur passage par des petites chevilles de blocage (diam. : 7 mm, en sapin blanc) qui assurent en même temps l'étanchéité du système.

Le fragment de bordé prélevé est en sapin. Il mesure 3,5 cm d'épaisseur et présente un assemblage des éléments de virures à franc-bord au moyen de tenons longs et étroits (L : 12 cm ; l. : 4,5 cm) insérés dans des mortaises largement espacées (20 cm) et tenus en place par des petites chevilles (fig. 79f). L'analyse d'un tenon et d'une petite cheville montrent également l'emploi de saule blanc. L'étanchéité de la coque était manifestement renforcée par une couche de brai (résine) répandue sur l'intérieur du bordé.

Les deux membrures dégagées en place sont des varangues positionnées selon un écartement de 82 cm (fig. 79e). Elles présentent les caractéristiques morphologiques des épaves archaïques : un pied étroit (5 cm), évasées vers le haut (26 cm : mesure prise au niveau de la quille) avec un dos arrondi (19 à 20 cm de large) (fig. 79n). Comme sur les épaves *Jules-Verne 7* et *César 1* (cf. *supra*), cette morphologie particulière, destinée à un assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures, n'a pas lieu d'être ici puisque ces varangues sont fixées au moyen de longs clous en fer[433] enfoncés à partir de l'extérieur de la coque et dont la pointe est rabattue sur leur dos. De même, les évidements rectangulaires percés sur la face inférieure de ces varangues ne présentent aucune utilité puisque le bordé est assemblé au moyen de tenons et mortaises et non pas de ligatures. L'extrémité de varangue prélevée présente un méplat avec une cheville encore en place correspondant à un écart à croc chevillé destiné à recevoir une allonge. Elle a été débitée dans du chêne caducifolié. La membrure d'extrémité, ou fourcat, prélevée, est également en chêne caducifolié et présente les mêmes caractéristiques morphologiques et les mêmes modules que les deux autres varangues (fig. 79o). Elle est également assemblée au bordé au moyen de clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur de la coque.

La carlingue, dégagée sur 1,20 m de longueur, est de section rectangulaire et mesure 14 cm de large pour une hauteur de 12 cm (fig. 79p). Elle est encastrée sur le dos des varangues au moyen d'entailles arrondies pratiquées sur sa face inférieure (fig. 79e). Il est probable que la carlingue devait prolonger le massif d'emplanture du mât, situé en position plus centrale du navire. Sur sa face supérieure, une épontille, destinée à soutenir un bau

[433] Identification M. Rival (CCJ).

transversal, a été insérée dans une cavité carrée de 9 cm de côté. Carlingue et épontille sont également en chêne caducifolié.

Enfin la pièce de gouvernail latéral a été conservée sur une hauteur de 1,24 m pour une base de 63,5 cm (fig. 79k). Elle est constituée de trois éléments : une mèche au centre, en chêne caducifolié, encadrée par une pièce antérieure et une pièce postérieure – toutes deux en sapin blanc – qui présentent des largeurs semblables (22 et 21,5 cm). Ces éléments sont maintenus entre eux au moyen de tenons insérés dans des mortaises courtes (7 cm) et épaisses (1,5 à 2 cm) et tenus en place par des petites chevilles de blocage. Ces points d'assemblage sont très espacés, de l'ordre de 68 à 80 cm. La découverte de cette pièce est d'autant plus exceptionnelle qu'il s'agit du seul élément de gouvernail latéral découvert pour la période archaïque.

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Grand Ribaud F*

Les opérations conduites jusqu'à présent sur l'épave *Grand Ribaud F* n'ont mis au jour qu'un fragment d'étambot, une partie du bordé et de la membrure, associée à une carlingue. Si le type architectural ne peut être déterminé de façon précise, il est tout de même possible d'avancer qu'il s'agit d'un navire quillé avec un bordé assemblé à franc-bord par tenons et mortaises et par des sections de ligatures longitudinales pour l'extrémité arrière et des membrures présentant un profil "archaïque" trapézoïdal avec des évidements pratiqués sur leur face inférieure qui lui sont fixées au moyen de clous enfoncés à partir de l'extérieur. Une carlingue enfin, venait renforcer la structure longitudinale du navire en s'encastrant sur le dos des membrures. Ce système architectural, dans lequel le bordé, constitué d'éléments assemblés entre eux, est la structure portante et dominante de la coque, tandis que la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, renvoie à une conception classique, pour la construction navale antique méditerranéenne, « sur bordé premier »[434]. À cette conception correspond sans aucun doute des procédés de construction également « bordé premier » qui devraient pouvoir être précisés avec la poursuite des opérations sur cette épave.

F. Type du navire *Grand Ribaud F*, espace de navigation et origine

Concernant les dimensions du navire, les modules importants des membrures indiquent qu'il s'agit d'un grand navire. D'après les calculs effectués par M. Rival, il pourrait s'agir

[434] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

d'un navire de près de 30 m de long, pour une largeur au maître-bau de 6,50 m voire 6,80 m et son port en lourd serait de l'ordre d'une quarantaine de tonnes[435]. Ces dimensions paraissent pour le moins excessives et l'estimation d'un navire de l'ordre de 20-25 m de long paraît déjà plus raisonnable[436]. Quoiqu'il en soit, et même avec cette réévaluation, le navire *Grand Ribaud F* apparaît comme le plus gros porteur de son époque.

La taille considérable du navire *Grand Ribaud F*, associée à une importante cargaison estimée à un millier d'amphores, indiquent que ce dernier était sans aucun doute destiné à effectuer une navigation au long cours en pleine Méditerranée. Concernant le dernier trajet effectué par le navire avant son naufrage, la nature et l'homogénéité du chargement, tenu en place par des cordages[437], révèlent une route en ligne directe, sans escales. Les amphores de type Py 4 retrouvées sur le navire, associées aux bassins en bronze et aux disques à rebord perlé, désignent comme point de départ du navire l'Étrurie méridionale, et plus précisément, la région de Cerveteri/Caeré, Pyrgi. Concernant sa destination, très peu d'amphores étrusques de type Py 4 ont été découvertes à Marseille et dans ses environs. En revanche, Lattes, Agde et la Catalogne en général reçoivent encore, durant une bonne partie du V^{e} s. av. J.-C., d'importants ravitaillements en vin d'Étrurie, pour l'essentiel dans des amphores Py 4 ; et on retrouve, notamment sur le site de Lattes, les mêmes types de bassins en bronze que ceux découverts sur l'épave. La destination probable du navire était donc le Languedoc oriental[438]. Il s'agit, par conséquent, d'un trafic vraisemblablement réalisé par les Étrusques, et non par des Grecs ou des Marseillais, dans le cadre d'un commerce de redistribution des produits étrusques. Néanmoins, si l'on considère le matériel de bord, il faut admettre que l'équipage était probablement mixte, constitué de marins étrusques et de marins grecs. Le matériel de bord a en effet révélé, pour le moment, à la fois trois amphores étrusques, contre trois amphores massaliètes et quatre grecques et deux *graffiti* incisés sur ce matériel dont le premier est inscrit en caractère étrusque, et le second, en grec.

Venons-en, à présent, à la construction même du navire et à la question qui fait encore actuellement débat : s'agit-il d'un navire étrusque ou d'un navire grec ? S'il peut sembler logique en effet, pour les spécialistes du commerce maritime, que les Étrusques effectuaient leur commerce avec leurs propres navires, la relation n'est pas si simple et il est nécessaire, ici, de raisonner en terme d'architecture navale. Pour le moment, les particularités architecturales relevées sur l'épave, notamment le profil des membrures et les systèmes d'assemblage rigoureusement semblables au navire *Jules-Verne 7*[439], sont clairement

[435] **Long, Drap, Gantès, Rival 2003**, p. 70.
[436] **Kahanov, Pomey 2004**, tableau, p. 21.
[437] **Long, Gantès, Drap 2002**, p. 22.
[438] Pour une démonstration plus détaillée concernant l'origine et la destination supposée du navire, cf. **Long, Gantès, Drap 2002**, p. 25-26, p. 34-37.
[439] Le système d'assemblage du bordé avec un réseau de tenons (longs et étroits) et mortaises lâche et des sections de ligatures longitudinales passant au travers d'évidements tétraédriques utilisées pour fermer les extrémités ainsi que le profil trapézoïdal des membrures et leurs assemblages par des clous sont en effet

caractéristiques de la famille des bateaux cousus de tradition grecque telle que l'a définie P. Pomey[440]. Quant à savoir si les Étrusques ne construisaient pas leurs navires de manière semblable à celles des Grecs, il faut reconnaître que, malgré une réputation maritime fortement établie, nous ne connaissons aucun vestige archéologique issu de la tradition étrusque[441]. Néanmoins, l'iconographie nous renvoie l'image d'une marine très diversifiée, et donc déjà très élaborée, qui montre de surcroît une certaine originalité dans les types de navires, notamment pour ce qui concerne le dessin des carènes des grands navires[442]. Ce qui laisse supposer à P. Pomey que les Étrusques possédaient « une tradition particulière de construction navale »[443]. Aussi, en raison de ces arguments, et notamment le plus rigoureux, qui repose sur la classification du navire *Grand Ribaud F* en fonction de ses caractéristiques architecturales, il paraît incontestable de considérer ce navire comme étant de construction grecque[444].

G. Conclusion

L'épave *Grand Ribaud F* témoigne, aux alentours de 500 av. J.-C. d'un commerce en droiture par un grand navire de charge de 20-25 m de long qui transportait un chargement estimé à un millier d'amphores. Il s'agit donc du plus gros navire de commerce connu pour la fin de la période archaïque. Il se caractérise notamment par un assemblage de son bordé au moyen de tenons et mortaises et de ligatures passant au travers d'évidements tétraédriques – au moins pour une de ses extrémités – et auquel est associée une membrure qui lui est clouée. Comme les épaves *Jules-Verne 7* et *César 1*, l'épave *Grand Ribaud F* correspond par conséquent, sur le plan technique, à un navire de transition qui s'inscrit dans un contexte de tradition grecque, et sera considéré dans cette perspective dans la quatrième partie de cette étude.

À double titre, du point de vue commercial et du point de vue architectural, cette épave constitue donc un gisement exceptionnel et mérite que des moyens financiers soient mis en place afin de procéder à sa fouille globale ; cela permettrait d'apporter des données supplémentaires, et sans doute des réponses aux nombreuses questions qui restent encore en suspens.

---

strictement identiques sur les navires *Jules-Verne 7* (cf. *supra* § n°XII) et *Grand Ribaud F*. Seuls les modules des pièces diffèrent.

[440] **Kahanov, Pomey 2004**.

[441] Les épaves étrusques attestées de *La Love* (Antibes), de l'*Ecueil de Miet 3* (Marseille) n'ont en effet conservé aucun vestige de leur coque (cf. **Long, Gantès et Drap 2002**, p. 25-36).

[442] Cf. **Basch 1987**, p. 406-410 ; **Gras 1977** ; **Pomey 2002 b**.

[443] **Pomey 2002 b**, p. 107.

[444] Pour une démonstration rigoureusement argumentée de l'identité grecque de ce navire, cf. **Pomey à paraître**.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Grand Ribaud F* :

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *M.M.*, 90.1, p. 6-28.

LONG L. et DELAUZE H.-G.

2002, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2000*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 68-71.

LONG L., DELAUZE H.-G., DRAP P., GANTÈS L.-F. et RIVAL M.

2002, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2001*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 74-77.

LONG L., DRAP P., GANTÈS L.-F. et RIVAL M.

2001, L'épave Grand Ribaud F. *Rapport Scientifique Intermédiaire*, mis en ligne sur Internet à l'adresse http://grandribaudf.gamsau.archi.fr/

2002, L'épave Grand Ribaud F, *Rapport scientifique année 2002*, archives DRASSM, non publié.

2003, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2002*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 68-70.

LONG L., GANTÈS L.-F. et DRAP P.

2002, Premiers résultats archéologiques sur l'épave *Grand Ribaud F* (Giens, Var). Quelques éléments nouveaux sur le commerce étrusque en Gaule, vers 500 av. J.-C., *CAS*, XIV, p. 5-40.

LONG L. et SOURISSEAU J.-CH.

2002, Épave *Grand Ribaud F*, Giens, dans Long L., Pomey P., Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 55-62.

LONG L., POMEY P. et SOURISSEAU J.-Ch. (dir.)

2002, *Les Étrusques en mer. Épaves d'Antibes à Marseille*, Musées de Marseille, Éditions Édisud, Aix-en-Provence.

POMEY P.

2002 b, Navires étrusques, navires mystérieux ?, dans Long L., Pomey P., Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 106-108.

À paraître, Les navires étrusques : mythe ou réalité ?, *Actes du XXIV^e colloque di Studi Etruschi ed Italici, Marseille-Lattes, sept.-oct. 2002* (Studi Etruschi).

POMEY P. et RIVAL M.

2002, L'épave *Grand Ribaud F*, dans Long L., Pomey P., Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 113-115.

XV. L'épave *Gela 1* (Sicile, vers 480 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Gela 1* est localisée au sud-est de Gela (Sicile), exactement à 800 m de l'embouchure de la rivière Gela, dans le trait de mer situé devant le site de Bosco Littorio (fig. 38). Ce dernier est identifié comme l'*emporium* de l'ancienne colonie grecque fondée par les Rhodio-Crétois vers 675 av. J.-C.[445]. Elle reposait sur un fond sableux de 4 à 5 m de profondeur et a été découverte en 1988 par deux plongeurs qui l'ont immédiatement déclarée au musée de Gela[446].

B. Fouille de l'épave[447]

Au moment de sa découverte, l'épave était recouverte d'une couche de sable et d'une couche d'argile sous lesquelles se trouvait encore une strate de pierres. Ces pierres, de tailles et de natures diverses, constituaient le lest du navire avec un poids global estimé à 6-7 tonnes[448]. De la coque, seule était alors visible une partie de la carlingue et de l'emplanture de mât. Après une reconnaissance du site, cinq campagnes de fouille, de 1989 à 1992, se sont déroulées chaque été sur l'épave sous la direction d'Alice Freschi (Coopérative Aquarius, Milan), sous le contrôle de Rosalba Panvini (Surintendance des Biens Culturels de Caltanissetta, Sicile). Toute la surface du gisement n'a cependant pas été exploitée et la zone correspondant à la proue notamment n'a pas été fouillée en raison de son exiguïté et de la fragilité de la coque à cet endroit. Finalement, seul l'intérieur de la coque a été fouillé, et les observations d'architecture navale se sont limitées à ce qui apparaissait de la coque.

R. Panvini a actuellement pour projet de récupérer les vestiges de la coque (ou ceux de l'épave *Gela 2* – cf. § suivant) afin de les restaurer et les exposer dans un bâtiment en cours de construction à Gela, destiné à devenir un Musée de la navigation antique[449]. Pour le moment, l'épave a été laissée *in situ* et ré-ensablée.

C. Matériel mis au jour et datation

[445] **Amouretti, Ruzé 1995**, p. 70.
[446] **Freschi 1991**, p. 201 ; **Panvini 1993**, p. 60 ; **1997**, p. 135 ; **1998**, p. 96 ; **1999, p. 61** ; **Panvini (dir.) 2001**, p. 17.
[447] **Freschi 1991** ; **1996** ; **Panvini 1993**, p. 60 ; **1997**, p. 135 ; **Panvini (dir.) 2001**, p. 17-19.
[448] Le lest était notamment composé de granites, de pierres volcaniques, de calcaires en grande quantité, et de marbres. Pour plus de détails, cf. **Catania, Schifano, Azzaro 1998**.
[449] **Rocca 1998** ; **Benini, Panvini 2001**, p. 9.

Le lest d'environ 6 tonnes, retrouvé sur l'épave et destiné à remplacer la cargaison déchargée en divers endroits afin de garantir la stabilité du navire durant sa navigation, indique que le navire, au moment de son naufrage, ne voyageait pas avec une cargaison complète. Le matériel découvert sur l'épave *Gela 1* est néanmoins important[450].

La majeure partie de ce matériel appartient à la cargaison qui reposait sur des nattes en fibres végétales disposées sur le fond du navire afin de le protéger. La cargaison était essentiellement composée d'amphores de Chios (représentant 60% du total des amphores) destinées au transport du vin. Les autres amphores, "ionio-massaliètes"[451] (20%), corinthiennes A (10%) ainsi que les amphores greco-orientales (de Clazomènes), les amphores corinthiennes B, les amphores attiques dites « à la brosse » et les amphores puniques (3%) contenaient des produits alimentaires variés (vin, huile, saumures).

La cargaison comprenait également de la vaisselle de luxe : des *kylikes* à figure noire de type B2, des *askòi* à figures rouges et à figures noires et une *œnochoé* d'origine attique ainsi que des coupes et des *skyphoi* d'origine gréco-orientale.

Des paniers en fibres végétales – dont il ne subsiste que quelques fragments – étaient destinés à transporter des denrées périssables.

L'autre partie du matériel mis au jour correspond au matériel de bord. Il comprend de la vaisselle pour la cuisine (marmites, cruches, assiettes *etc*.), des lampes et du matériel lié à l'équipement de bord (sonde en plomb). Des objets plus singuliers (petits autels votifs en argile, petit marcassin en argile, tripode en bronze, bras d'une statuette en bois et fragment d'une flûte en argile) étaient probablement destinés aux pratiques religieuses des marins durant la navigation.

L'ensemble du matériel mis au jour, et notamment les deux *askòi* à figures noires, a permis de dater le naufrage du navire des premières décennies du V^{e} s. av. J.-C., et plus précisément entre 500 et 480 av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[452]

Les couches de sable et d'argile ainsi que la strate de pierres correspondant au lest qui recouvraient le navire naufragé, ont permis une conservation optimale d'une partie du bois de la coque. Au total, celle-ci a été conservée sur une longueur de 17,50 m et sur une largeur de 6,40 m (fig. 80a). Les vestiges conservés correspondent principalement à la quille et aux

[450] **Panvini 1993**, p. 65-66 ; **Freschi 1996** ; **Panvini 1997**, p. 137-142 ; **1998**, p. 96-97 ; **1999**, p. 63-66 ; **Panvini (dir.) 2001**, p. 26-33.
[451] Les amphores, que R. Panvini qualifie de « ionio-massaliètes », sont en réalité des amphores grecques occidentales. Information communiquée par J.-Ch. Sourisseau.
[452] **Freschi 1991**, p. 203 ; **Panvini 1997**, p. 135 ; **1998**, p. 96 ; **Panvini (dir.) 2001**, p. 19.

parties basses de la carène pour une hauteur maximale de 1,30 m relevée dans la zone de la proue et de la poupe. Dix-sept membrures ont été conservées en place ainsi que le massif d'emplanture et la carlingue. L'épave est orientée proue au sud, poupe au nord.

L'étude architecturale a été réalisée de manière partielle et incomplète par A. Freschi qui a publié ses résultats dans deux articles[453]. L'épave 1 de Gela a également été largement publiée par R. Panvini[454]. La publication la plus exhaustive est la monographie qui lui est consacrée, parue en 2001[455].

2. Présentation architecturale

La quille, dégagée sur toute sa longueur, est prolongée vers l'arrière par la pièce d'étambot et vers l'avant, par l'étrave auxquelles elle est assemblée par un système d'encastrement qui n'a malheureusement pas été étudié. L'étambot est encore en place (fig. 80b) tandis que l'étrave est cassée et n'a par ailleurs pas été dégagée au moment de la fouille. La quille présente une section rectangulaire avec une largeur de 20 cm et une hauteur de 37 cm[456]. Ses faces latérales sont planes, à l'inverse de l'étambot – et il devait en être de même pour l'étrave – dont les faces latérales sont entaillées de râblures destinées à recevoir les têtes des virures des extrémités.

Les virures adjacentes à la quille présentent différentes largeurs. De même que l'ensemble quille-galbord, les trois premières virures sont assemblées entre elles au moyen de chevilles horizontales et de ligatures végétales. Les chevilles sont disposées, à intervalles réguliers (tous les 18 cm), dans les cans des virures. Elles présentent des extrémités biseautées et servaient à maintenir les bordages en place et en forme lors de l'assemblage. Celui-ci est réalisé au moyen de ligatures passées de manière continue et longitudinale au travers d'évidements tétraédriques (de 1,5 cm de côté) percés sur les bords des faces internes des virures – et de la quille – et donnant naissance à des canaux obliques qui ressortent dans l'angle inférieur des cans des virures (fig. 80c et 80d). Entre chaque cheville horizontale, on compte trois canaux pour le passage de la ligature. Celle-ci effectue trois passages dans chaque canal et dessine, sur les joints de virures, des croix que séparent des traits verticaux (IXIXIXI). Un bourrelet en tissu, qui n'a pas été conservé, devait se trouver au niveau des joints de virures, sous les ligatures, afin d'assurer l'étanchéité du système. Des petites chevilles biseautées (de quelques mm de diamètre) viennent par ailleurs obturer les canaux pour empêcher les ligatures de sortir de leur logement et renforcer également l'étanchéité du système.

---

[453] **Freschi 1991** ; **1996**.
[454] **Panvini 1993** ; **1997** ; **1998** ; **1999**, p. 62-63 ; **Panvini (dir.) 2001**, p. 19-26.
[455] **Panvini (dir.) 2001**, p. 19-26.
[456] Cette hauteur, qui paraît être colossale, est cependant celle indiquée par R. Panvini dans sa dernière publication. Cf. **Panvini (dir.) 2001**, p. 24.

À partir de la quatrième virure, en revanche, on passe à un assemblage par chevilles horizontales et tenons et mortaises chevillés[457]. R. Panvini affirme que la mise en place de tenons et mortaises dans la coque correspond à des réparations[458]. Cette hypothèse paraît néanmoins très discutable. La maîtrise de l'assemblage par tenons et mortaises est en effet très complexe et on imagine mal, dans un navire présentant encore des assemblages par ligatures, que les charpentiers aient acquis suffisamment de dextérité technique dans ce domaine pour effectuer des réparations au moyen de cet assemblage. Et en effet, l'épave *Jules-Verne 7*, assemblée principalement au moyen de tenons et mortaises chevillés, atteste que les charpentiers avaient encore recours à l'assemblage par ligatures pour effectuer les réparations de la coque (cf. *supra*, p. 185). Il en est encore de même sur l'épave *Gela 2* entièrement assemblée au moyen de tenons et mortaises (cf. *infra*, p. 212). L'assemblage par tenons et mortaises, en alternance avec des chevilles horizontales de pré-assemblage, à partir de la quatrième virure, correspond donc plus vraisemblablement à l'assemblage original de la coque. Quant à la raison de cette répartition des assemblages dans l'ensemble du bordé, il est possible que les constructeurs aient trouvé plus aisé, et plus sûr, d'assembler le fond de carène ainsi que le départ des extrémités au moyen de l'assemblage par ligatures qu'ils maîtrisaient parfaitement, tandis que le recours à l'assemblage par tenons et mortaises, pour le reste de la coque, leur posait moins de problèmes. Bien que les dimensions des tenons et le réseau de cet assemblage ne soient pas connus car non publiés, l'usage de chevilles de pré-assemblage, disposées en alternance avec les tenons, montre un savoir-faire de la part des constructeurs encore hésitant et prudent, à mettre en relation avec l'introduction récente de ce nouveau type d'assemblage.

Pour terminer avec le bordé, l'intérieur de la coque était recouvert de poix afin de parfaire l'étanchéité du navire. R. Panvini indique par ailleurs la présence de fragments de feuilles de plomb qu'elle interprète comme appartenant au revêtement extérieur du bordé[459]. Cependant, si la protection de la coque des navires par des feuilles de plomb est bien attestée pour l'Antiquité, cet usage n'est en revanche avéré qu'à partir de l'époque hellénistique[460] et il semble donc peu probable que le navire 1 de Gela en ait été pourvu.

Le système de membrure du navire est constitué exclusivement de varangues formées chacune par l'assemblage de deux éléments[461] et prolongées, à leurs extrémités, par des

[457] Si Panvini indique en effet la présence de tenons et mortaises chevillés pour l'assemblage des virures entre elles, la répartition qu'elle en donne est en revanche peu claire (cf. dans la zone de la poupe, à partir de la quatrième virure). L'organisation et la distribution des assemblages (par ligatures et par tenons et mortaises) sont en revanche précisées dans **Kahanov, Pomey 2004**, p. 18. Il faut néanmoins préciser que les informations publiées dans cet article sont issues d'informations orales qui ont pu être contrôlées sur place par Y. Kahanov.
[458] **Panvini (ed.) 2001**, p. 21.
[459] **Panvini (ed.) 2001**, p. 24.
[460] Cf. pour cette question **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 258-259 ; **Pomey 1997**, p. 96-97.
[461] Il s'agit d'un élément situé dans la partie inférieure et d'un autre élément situé dans la partie supérieure (cf. **Kahanov, Pomey 2004**, p. 18). Cette constitution bipartite est certainement à mettre en relation avec des problèmes d'approvisionnement en bois et non avec des raisons structurelles.

allonges au moyen d'écarts à croc verrouillés par trois chevilles enfoncées perpendiculairement au dos des membrures. Les varangues présentent une morphologie semblable à celles des navires d'origine grecque archaïque déjà vus, à savoir un pied étroit (l. : 3 cm), des faces latérales évasées (h. moyenne : de 10 à 14 cm) et un dos arrondi (l. : 25 cm). Elles sont par ailleurs entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguillers de forme triangulaire pratiqués en correspondance avec la quille ainsi que de toute une série d'évidements, de dimensions diverses, situés en correspondance avec les joints de virure du bordé. Ces derniers sont destinés au passage des ligatures du bordé employées cependant uniquement pour l'assemblage du fond de carène. Varangues et allonges sont assemblées au bordé au moyen de longs clous en cuivre et en fer enfoncés à partir de l'extérieur de la coque et dont la pointe a été rabattue sur leur dos. Les membrures, disposées selon un écartement de l'ordre de 93 cm, déterminent des fonds arrondis de la carène.

Un massif d'emplanture et une carlingue, qui prolonge le massif vers l'avant et vers l'arrière du navire, couvrent la totalité des membrures jusqu'aux points de relèvement des extrémités de la coque (fig. 80e). Le massif d'emplanture, situé du côté de la proue, est encastré à mi-bois sur six membrures successives au moyen d'entailles de forme arrondie pratiquées sur sa face inférieure. Il est également assemblé directement à la quille par des clefs en bois verticales de section carrée. Un tel assemblage, situé entre les membrures, était sans doute destiné à renforcer la charpente axiale au niveau de l'emplanture de mât. Le massif d'emplanture présente par ailleurs de grandes dimensions avec une longueur de 6 m pour une largeur de 58 cm et une hauteur de 20 cm. Il se compose en outre de trois éléments disposés dans le sens longitudinal et encastrés entre eux. Son profil général est quadrangulaire avec un rétrécissement brusque sur sa partie avant. Il présente de multiples cavités rectangulaires et circulaires destinées au logement du pied de mât, à l'insertion des planches de la caisse d'étambrai ainsi qu'à des épontilles[462]. Le massif est également bloqué transversalement, au niveau de sa cavité d'emplanture, par deux contreforts latéraux arrondis et profilés aux extrémités[463]. Ces pièces, larges et robustes, sont placées en décalage l'une par rapport à l'autre (l'espace d'une membrure), mais toutes deux couvrent chacune trois membrures. Les extrémités du massif sont assemblées aux carlingues par un joint vertical étroit. De même que le massif d'emplanture, les carlingues sont encastrées sur la membrure. La carlingue avant couvre huit membrures, tandis que la carlingue arrière couvre trois membrures. Des cavités, destinées à l'insertion d'épontilles, ont été observées sur le dos des carlingues. De plus, aux extrémités du navire, les carlingues sont traversées par des pièces de bois obliques qui

[462] Pour une description de ces cavités (à l'exception de celle destinée au pied du mât), cf. **Freschi 1991**, note 8, p. 209.
[463] La pièce ouest mesure : L. 225 × l. 20 × h. : 22 cm et la pièce est mesure : L. : 185 × l. : 15 × h. : 22 cm.

atteignent la quille en traversant la membrure. A. Freschi pense que ces pièces assuraient une contre-poussée aux extrémités du navire[464].

Les analyses effectuées pour la détermination des essences utilisées pour la construction du navire ont montré l'usage du pin pour la réalisation de la quille, du bordé, de la carlingue ainsi que de la membrure[465].

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Gela 1*

Le type architectural du navire *Gela 1* se définit par une quille de section rectangulaire avec des faces latérales planes et prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot dont les faces latérales sont entaillées de râblure. Le bordé, lié à la quille, est assemblé à la fois par des chevilles horizontales de pré-assemblage et des ligatures passées longitudinalement et de manière continue dans des évidements tétraédriques pour les trois premières virures de bordé et à la fois par des chevilles horizontales mises en alternance avec des tenons et mortaises chevillés pour le reste de la coque. À ce bordé est associée une membrure constituée d'une succession de varangues prolongées à leurs extrémités par des allonges au moyen d'écarts à croc chevillés ; l'ensemble des membrures, disposées de manière relativement espacées et présentant un profil trapézoïdal avec des évidements sur la face inférieure, est fixé aux virures au moyen de clous. Un massif d'emplanture et une carlingue venaient finalement s'encastrer sur le dos des membrures, d'une extrémité à l'autre de la coque, renforçant ainsi la structure longitudinale de la coque. L'assemblage régulier du bordé, associée à une membrure qui lui est fixée au moyen de clous, révèle ainsi une conception « longitudinale sur bordé » du navire impliquant un rôle structural fondamental du bordé et une membrure qui ne joue qu'un rôle secondaire de renfort[466]. Les procédés de construction ont été également réalisés sur bordé avec un montage du bordé avant l'insertion de la membrure et la pose d'un massif d'emplanture et d'une carlingue dont la fonction est de rigidifier les fonds de carène par le maintien de la membrure. L'analyse détaillée de ces procédés n'a cependant pas été effectuée sur l'épave *Gela 1*.

F. Type du navire *Gela 1*, espace de navigation et origine

[464] **Freschi 1991**, p. 206.
[465] Détermination effectuées par F. Terranova (cf. **Terranova 2001**, p. 10 ; **Terranova, Lo Campo 2001** dans Panvini (dir.) 2001, p. 111-112).
[466] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

Concernant les dimensions et les formes du navire, R. Panvini restitue, à partir des éléments mis au jour, un voilier long de 18 m et large de 6,80 m[467] avec des fonds arrondis et une capacité de charge importante[468]. La longueur conservée de la coque étant cependant de 17,50 m, il est pratiquement inconcevable, si l'on tient compte des élancements avant et arrière de la coque, de restituer un navire de 18 m. Il semble donc plus approprié d'estimer la longueur de ce navire aux alentours des 20 m.

Le navire 1 découvert à Gela, de par son système architectural et ses dimensions, évoluait sans aucun doute dans l'ensemble du bassin méditerranéen. La cargaison retrouvée sur l'épave montre d'ailleurs que celui-ci effectuait, lors de son dernier voyage, un commerce de grand cabotage, à l'échelle de la Méditerranée, avec des escales régulières dans différents ports afin de débarquer des produits et en charger d'autres. R. Panvini a tenté de retracer la dernière route suivie par le navire avant son naufrage[469]. Elle pense que ce dernier était en provenance de mer Égée. Il aurait ensuite accosté en Attique, peut-être dans le port de Phalère (Athènes), où auraient été embarqués la céramique à vernis noir et les vases à figures noires et à figures rouges. Le navire aurait ensuite probablement fait escale dans un port du Péloponnèse – à Corinthe ? – d'où proviennent les autels peints. De là, il aurait rejoint les côtes grecques occidentales, aurait traversé le canal d'Otrante et aurait suivi une route le long des côtes de la péninsule italienne pour ensuite pointer vers la Sicile et était sur le point de rejoindre le port de Gela si une tempête ne l'avait empêché de terminer son voyage. Originaire de Méditerranée orientale, en mer Égée, le navire *Gela 1*, de par ses caractéristiques architecturales, s'inscrit également dans la famille des bateaux cousus de tradition grecque définie par P. Pomey[470].

G. Conclusion

L'épave *Gela 1* a fourni des données fondamentales concernant le trafic maritime et les routes commerciales suivies au début du V^{e} s. av. J.-C. Elle a également apporté des données essentielles concernant les techniques de construction de cette période qui permettent, en outre, de la rattacher aux bateaux cousus de tradition grecque. On regrettera cependant la faiblesse des publications, concernant notamment l'assemblage par tenons et mortaises (cf. dimensions et réseau) qui permettrait en effet, en tant que système mixte en relation avec l'assemblage par ligatures, de mieux appréhender ce navire en tant que jalon dans l'évolution des techniques d'assemblage.

[467] **Panvini (dir.) 2001**, p. 19.
[468] **Panvini (dir.) 2001**, p. 26.
[469] **Panvini 1999**, p. 66.
[470] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Gela 1* :

BENINI A. et PANVINI R.

2001, I relitti greco-arcaici di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 9-10.

CATANIA G.A., SCHIFANO G. et AZZARO E.

1998, Studio dei reperti litici provenienti dalla nave greca arcaica di Gela, dans D'Amico C. et Albore Livadie C. (ed.), *Le Scienze della Terra e l'Archeometria*, 1, CUEN, Naples p. 329-333.

FRESCHI A.

1991, Note tecniche sul relitto greco arcaico di Gela, *IV rassegna di archeologia subacquea, Giardini Naxos, ottobre 1989*, *Atti*, Éditions P&M Associati, Messine, p. 201-210.

1996, The sewn plank boat of Gela in Sicily preliminary observations about construction hull, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 187.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

PANVINI R.

1993, La nave greca di Gela, *Archeologia Viva*, 37.4, p. 59-67.

1997, La nave greca arcaica di Gela: nuovi dati dallo scavo e ipotesi sulla rotta seguita, dans *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea, Anzio, maggio-giugno 1996*, Éditions Edipuglia, Bari, p. 135-142.

1998, La nave greca arcaica, dans Panvini R. (dir.), *Gela. Il Museo Archeologico*, Catalogue d'exposition, Gela, p. 96-97.

1999, Il relitto arcaico di Gela, *Nuove Effemeridi*, 46, 1999/II, p. 61-66.

PANVINI R. (DIR.)

2001, *La nave greca arcaica di Gela (e primi dati sul secondo relitto greco)*, Éditions Salvatore Sciascia, Caltanissetta.

POMEY P.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

ROCCA M.

1998, Proposta preliminare per lo scavo e recupero dei relitti di Gela, *L'Archeologo Subacquea*, IV,1, p. 18.

TERRANOVA F.

2001, Le strutture lignee delle navi greche di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 10.

TERRANOVA F. et LO CAMPO P.

2001, Analisi dei reperti lignei, dans Panvini R. (dir.) 2001, p. 109-113.

XVI. L'épave *Gela 2* (Sicile, 450-425 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

En 1990, le même plongeur qui avait découvert l'épave *Gela 1* sur la côte sud-est de la Sicile deux ans auparavant (cf. § précédent) a signalé la présence probable d'une seconde épave à environ 1 km de la première (fig. 38). Le gisement se trouvait à 1 km de la côte par 6 m de profondeur et se signalait par un amas de pierres, formant une sorte de tertre se détachant sur un fond sableux. Cet entassement de pierres rappelant le lest découvert sur l'épave *Gela 1*, la Surintendance des Biens Culturels d'Agrigente, puis celle de Caltanisseta, ont décidé d'organiser une série d'investigations sous-marines[471].

B. Expertise et fouille

L'expertise, conduite en 1995 par Fabio Faccenna sur le site a confirmé l'existence d'une seconde épave[472]. Cette première campagne a permis en effet de dégager une portion de coque conservée et de prélever du matériel céramique. En 1997, une première campagne de fouille, dirigée par Alessandra Benini a porté sur un tiers du gisement[473].

C. Matériel mis au jour et datation[474]

L'amas de pierres mis au jour, comme sur l'épave *Gela 1*, correspondait bien au lest du navire naufragé. Les analyses pétrographiques ont montré qu'il s'agissait de pierres provenant du versant oriental de la Sicile, et qu'elles avaient donc peut-être été chargées au cours de l'escale précédent le naufrage afin de compenser le déchargement d'une partie de la cargaison.

Concernant la cargaison, celle-ci était composée d'amphores corinthiennes B ainsi que de vaisselle de luxe dont il ne reste que des fragments, dont un fond de *skyphos* attique à figure noire marquée d'un *graffito*, une petite olpé à vernis noir, un fragment de cratère attique à figures rouges et un cratère attique à colonnette et figures rouges.

La vaisselle de bord était constituée de céramique commune avec essentiellement des petites carafes, des *olle*, des olpés, des *lekanai* et des petites coupes.

---

[471] **Rocca 1998**, p. 18 ; **Benini, Panvini 2001** ; **Benini 2001**, p. 99.
[472] **Faccenna 1997**.
[473] **Benini, Panvini 2001** ; **Benini 2001**.
[474] **Benini, Panvini 2001**, p. 10.

Sur la base de la céramique peinte récupérée après cette première campagne de fouille, le naufrage du navire semble pouvoir être daté aux alentours au troisième quart du V^e^ s. av. J.-C., soit vers 450-425.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale[475]

1. État de conservation de la coque et étude

La première campagne de fouille conduite sur l'épave *Gela 2* a permis de dégager une section de coque de 4 m de longueur (fig. 81a). Cette section correspond vraisemblablement à la partie centrale du navire avec quatorze virures en place et quatre membrures. En revanche, la quille n'a pas été découverte. Il semble bien, en effet, que le navire ait coulé à plat et que la quille se soit probablement arrachée au moment de l'impact avec le fond[476]. Un autre morceau de coque, correspondant à quatre fragments de virure et un fragment de membrure, a été découvert à quelques mètres de là.

L'étude architecturale de l'épave *Gela 2* est assurée par A. Benini qui en a présenté les premières données et ses premiers résultats dans la monographie consacrée à l'épave *Gela 1*[477].

2. Présentation architecturale

Les virures en place sont larges de 25 à 30 cm et épaisses, là où elles ont pu être mesurées, de 4,5 cm[478]. Elles sont assemblées entre elles au moyen de tenons et mortaises chevillés disposés à intervalles assez réguliers d'environ 20 cm. Entre les membrures M2 et M3, une petite section de l'assemblage du ribord au galbord présente, en plus des tenons et mortaises, un assemblage par ligatures réalisé selon le même modèle que celui découvert sur *Gela 1*, c'est-à-dire avec les mêmes évidements tétraédriques caractéristiques destinés au passage des ligatures (fig. 81b). Des restes de ligatures sont encore en place dans les évidements. Ces quelques points d'assemblage – A. Benini compte cinq points de "coutures" – correspondent à une réparation du bordé. L'auteur attribue également à une réparation les feuilles de métal (peut-être du plomb) fixées au moyen de petits clous sur le même joint de virure, mais cette fois-ci, entre les membrures M3 et M4.

---

[475] **Benini 2001**.
[476] Sur la faiblesse des quilles des navires antiques à retour de galbord, cf. **Pomey 2002 e**.
[477] Cf. **Benini 2001** dans Panvini (dir.) 2001, p. 97-106.
[478] Cette épaisseur globale est donnée pour l'ensemble du bordé, sans précision particulière pour le galbord et le ribord (cf. **Benini 2001** dans Panvini (dir.) 2001, p. 104).

Les quatre membrures découvertes en place sont toutes des membrures-varangues disposées selon un écartement de 60 à 70 cm. Composées de deux éléments avec un petit talon assemblé par des tenons et mortaises chevillés à la partie courbe supérieure (fig. 81a), les varangues présentent la forme archaïque des membrures des bateaux cousus de tradition grecque avec un pied étroit, des faces latérales évasées et un dos arrondi et sont entaillées, sur leur face inférieure, d'évidements de forme rectangulaire ou légèrement trapézoïdale. Cette forme caractéristique, comme pour les navires *Jules-Verne 9*, *Jules-Verne 7*, *César 1*, *Grand Ribaud F* et *Gela 1* (cf. *supra*, § n°IX, XII, XIII, XIV et XV), ne se justifie pas puisque les membrures ne sont pas fixées au bordé au moyen de ligatures mais au moyen de nombreux clous en bronze à section carrée ; de même, les évidements situés sur la face inférieure n'ont aucun lieu d'être puisque le bordé est pour l'essentiel assemblé au moyen de tenons et mortaises. Sur leurs extrémités, les membrures présentent par ailleurs un méplat destiné à un assemblage à croc chevillé pour des allonges qui n'ont pas été conservées.

À proximité des quatre membrures une longue pièce, non en place, a été dégagée. Cette pièce présente sur une face des petites cavités (13 × 5 cm) destinées au logement d'épontilles et sur la face opposée, un profil adapté à la forme des membrures. Il pourrait donc s'agir de la carlingue du navire.

Les analyses effectuées pour la détermination des essences utilisées pour la construction du navire ont montré l'usage du chêne caducifolié pour la réalisation des membrures et des tenons, du pin noir pour la réalisation du bordé et de l'érable pour les épontilles[479].

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Gela 2*

La deuxième épave mise au jour à Gela présente le même système architectural et probablement aussi les mêmes dimensions – une longueur d'environ 20 m pour une largeur de 6,80 m – que l'épave *Gela 1*. Néanmoins, concernant le type architectural, le navire *Gela 2*, à l'inverse du navire 1 de Gela, ne présente pas des fonds arrondis mais des fonds pincés avec un retour de galbord[480].

Concernant la construction, l'assemblage régulier du bordé par tenons et mortaises chevillés, associé à une membrure qui lui est fixée au moyen de clous enfoncés à partir de l'extérieur, indiquent une conception « longitudinale sur bordé »[481]. Pour l'étude des procédés de construction, des marques de charpentier, servant de repère à la construction du navire, ont

[479] **Terranova 2001**, p. 10 ; **Terranova, Lo Campo 2001** dans Panvini (dir.) 2001, p. 113.
[480] **Benini 2001** dans Panvini (ed.) 2001, p. 106.
[481] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

été observées sur la face interne du bordé. Dans un cas il s'agit de deux croix incisées à proximité d'une cheville en bois à interpréter probablement comme un signe d'identification de la virure pour la suite de la construction ; dans l'autre cas, il s'agit d'une simple ligne correspondant au positionnement d'une membrure. Ces repères montrent que le bordé a été monté à l'évidence dans un premier temps avant que ne soient, dans un deuxième temps, insérées les varangues. La poursuite de la fouille et de l'étude de l'épave apporteront peut-être des indices supplémentaires permettant d'établir les étapes précises de l'ensemble de la construction du navire.

F. Espace de navigation et origine du navire *Gela 2*

Le navire *Gela 2*, de même que le navire *Gela 1*, était probablement destiné à effectuer des navigations de grand cabotage. D'après les publications, le matériel mis au jour pour le moment montre qu'il était probablement en provenance de Grande Grèce ou d'Égée[482].

Pour ce qui est de son lieu de construction, ses caractéristiques architecturales le rattachent indiscutablement à la famille des bateaux cousus de tradition grecque définie par P. Pomey[483].

G. Conclusion

Moins d'un demi-siècle après l'épave *Gela 1*, l'épave *Gela 2* présente, dans un même contexte archéologique, une évolution des techniques d'assemblage avec un bordé assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés et des ligatures passant au travers d'évidements tétraédriques qui ne sont plus utilisées que pour les réparations. Malheureusement, avec la disparition de la charpente axiale, la présence ou non de râblures sur les faces latérales de la quille et notamment des extrémités (étrave et étambot) ne pourra être vérifiée, de même que l'usage de ligatures pour la fermeture de ces extrémités, comme sur les navires *Jules-Verne 7* et *Grand Ribaud F* (cf. *supra*, § n°XII et XIV), ne pourra être confirmé. Cependant, comme sur ces deux épaves, la morphologie "archaïque" des membrures du navire *Gela 2*, néanmoins fixées au bordé au moyen de clous, ainsi que les évidements tétraédriques pour le passage des ligatures, la rattache à la même famille des bateaux cousus de tradition grecque. Au sein de cette famille, le navire 2 de Gela représente notamment un jalon important dans l'évolution des techniques d'assemblage, mais également dans l'évolution des formes avec l'introduction de fonds pincés.

[482] **Kahanov, Pomey 2004**, p. 18.
[483] **Kahanov, Pomey 2004**.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Gela 2* :

BENINI A.

2001, Il secondo relitto di Gela: note di architettura navale, dans Panvini R. (dir.) 2001, p. 97-106.

BENINI A. et PANVINI R.

2001, I relitti greco-arcaici di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 9-10.

FACCENNA F.

1997, Indagini preliminari sul secondo relitto di Gela (Gela II), dans *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea, Anzio, maggio-giugno 1996*, Éditions Edipuglia, Bari, p. 143-146.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

PANVINI R. (dir.)

2001, *La nave greca arcaica di Gela (e primi dati sul secondo relitto greco)*, Éditions Salvatore Sciascia, Caltanissetta.

ROCCA M.

1998, Proposta preliminare per lo scavo e recupero dei relitti di Gela, *L'Archeologo Subacquea*, IV,1, p. 18.

TERRANOVA F.

2001, Le strutture lignee delle navi greche di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 10.

TERRANOVA F. et LO CAMPO P.

2001, Analisi dei reperti lignei, dans Panvini R. (dir.) 2001, p. 109-113.

XVII. L'épave de Ma'agan Mikhael (Israël, vers 400 av. J.-C.)

A. Découverte (contexte archéologique) et localisation[484]

L'épave de Ma'agan Mikhael se situe à 35 km au sud de Haïfa (Israël) (fig. 38). Découverte en 1985, l'épave se trouvait approximativement à 75 mètres au large de la plage du kibboutz Ma'agan Mikhael, d'où elle tire son nom, et reposait à moins de deux mètres de profondeur sur un fond sableux. Après avoir été signalé par Ami Eshel, originaire du kibboutz et membre actif de l'*Undersea Exploration Society* d'Israël, le site a été identifié par une équipe du Département des Antiquités Sous-Marines sous la direction de Shelley Wachsmann et de son assistant, Kurt Raveh, qui ont reconnu des vestiges de bois appartenant à la coque d'un navire et des pierres qui se rapportaient apparemment à un lest. Après une expertise préliminaire, une fouille a été mise en place par le Département des Antiquités d'Israël.

B. Fouilles[485]

Après une série d'expertises conduites par Avner Raban et Elisha Linder (*Center for Maritime Studies*, Université d'Haïfa) l'épave a été fouillée en 1988 et 1989 par l'équipe du *Center for Maritime Studies* sous la direction de E. Linder assisté de Jay Rosloff (*Institute of Nautical Archaeology*, Université du Texas).

C. Matériel mis au jour et datation[486]

Au moment de son naufrage, le navire transportait environ treize tonnes de pierres. Les pierres analysées (de cinq à sept types différents) provenaient de l'île d'Eubée, située au nord d'Athènes, et de la côte sud de Chypre. Ces pierres, d'abord interprétées comme appartenant au lest du navire, sont maintenant reconnues comme des matériaux de construction que le navire transportait en tant que cargaison[487]. Ce chargement explique ainsi le faible nombre de conteneurs (*pithos* et jarres de stockage), utilisés pour le transport de marchandises, retrouvés sur l'épave. En revanche, un lot important et varié de céramiques appartenant à la vaisselle de bord a été mis au jour (70 céramiques). Celle-ci comprenait une marmite, des cruches, des coupes, des pichets, des lampes ainsi que de grands fragments d'amphores. La plupart de ces

[484] **Wachsmann, Raven 1987**; **Linder 1989** ; **Kahanov 1996**, p. 245 ; **1999 c**, p. 155 ; **Linder, Rosloff 1995**, p. 275; **Linder dans Black (ed.) 2003**, p. 1-7.
[485] **Linder 1989** ; **1992** ; **1995** ; **Rosloff 1990**.
[486] **Linder, Rosloff 1995** ; **Kahanov 1996**, p. 245-246 ; **1999 b**, p. 23 ; **Black (ed.) 2003**, p. 151-218.
[487] **Shimron, Avigad dans Black (ed.) 2003**, p. 153-182.

céramiques sont d'origine chypriote, le reste est originaire de Grèce orientale[488]. Des objets en bois, appartenant au charpentier de bord (ciseaux, poinçons, forets, maillets, équerre, règle…) ont également été dégagés[489]. Des restes de nourritures (noyaux d'olives, graines de figues et gland de chêne), un lingot en plomb, des cordages et une ancre en bois à une seule patte[490] complètent ces découvertes.

Les analyses au carbone 14 réalisées ainsi que le matériel associé à l'épave datent le naufrage du navire de la fin du V^e^ s. av. J.-C., aux environs de 400 av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[491]

Au moment de sa découverte, l'épave était recouverte d'une couche de sable d'environ un mètre d'épaisseur qui a permis de conserver l'intégralité du fond de carène du navire sur une longueur de 11,15 m et une largeur de 3,11m (fig. 82a). Le bois était par ailleurs en excellent état de conservation. La quille a été retrouvée entière, toujours solidaire de l'étrave et de l'étambot pour lesquels les courbures supérieures ont également été conservées (fig. 82b). À tribord, le bordé est resté en place jusqu'à la virure n°11 (c'est-à-dire une virure au-dessus de la préceinte), préservant ainsi la forme du bouchain. Sept virures ont été conservées en place sur le côté bâbord. À l'intérieur de la carène, au niveau de l'étrave et de l'étambot, deux massifs morts ont été conservés. Quatorze membrures complètes ont été retrouvées en place. L'emplanture de mât, la carlingue, des serres et des épontilles ont également été conservées. Étant donné l'état exceptionnel du bois de la coque, qui ne présentait aucune trace d'usure, les responsables de l'étude pensent que le navire était probablement neuf lorsqu'il a coulé.

Au terme de la fouille, les vestiges de la coque ont été démontés pour être restaurés et, à terme, exposés[492]. Actuellement, l'épave est en cours de reconstruction à l'université de Haïfa[493] (fig. 82c).

L'étude de la coque en cours de fouille a été réalisée par J. Rosloff. Mais l'étude détaillée, notamment pour ce qui concerne les assemblages par ligatures de la coque, a été effectuée par Yaacov Kahanov (*Center for Maritime Studies*, Université d'Haïfa) dans le cadre de son doctorat[494]. Il a présenté ses premiers résultats dans différents articles[495] avant

[488] **Artzy, Lyon dans Black (ed.) 2003**, p. 183-202.
[489] **Udell 2003 dans Black (ed.) 2003**, p. 203-218.
[490] Concernant l'ancre, cf. **Rosloff 1991** ; **2003** dans Black (ed.) 2003, p. 140-146.
[491] **Kahanov 2003**, p. 53-54.
[492] Pour la restauration, cf. **Kahanov 1991** ; **1995** ; **1997**.
[493] **Kahanov 1999 a**.
[494] **Kahanov 1999**, *The sewing system in the Hull Construction of the Ma'agan Mikhael Shipwreck: A comparative study with Mediterranean parallels*, thèse de doctorat (PhD), Université de Haïfa (Israël).

que ne soit publiée une monographie complète consacrée à l'épave de Ma'agan Mikhael[496] ainsi qu'un article d'étude comparée, publié en collaboration avec P. Pomey[497].

2. Présentation architecturale[498]

La quille du navire a été construite dans une seule pièce de bois en pin d'Alep[499]. Elle mesure 8,26 m de longueur et est légèrement arquée. Elle est entièrement doublée d'une fausse quille, constituée de trois pièces de chêne (l. : 11 ; ép. : 6-7,5 cm), qui lui est assemblée au moyen de tenons et mortaises chevillés (fig. 82d). La quille est prolongée sur ses deux extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot qui lui sont assemblées au moyen d'écarts en « trait de Jupiter » à clef verticale. Les liaisons quille-étrave, quille-étambot sont renforcées par-dessous par la fausse quille et par-dessus par le galbord. Curieusement, les massifs morts, disposés et cloués au niveau de l'étrave et de l'étambot, 1,5 cm avant l'écart, n'ont pas pour fonction de renforcer ces zones de liaison (cf. *infra*). L'angle de relèvement de l'étrave et de l'étambot est d'environ 55°. Comme la quille, l'étrave, l'étambot et les massifs morts ont été construits dans une seule pièce de pin d'Alep.

En section, la quille est de forme rectangulaire avec une hauteur de 16 cm pour une largeur de 11 cm. Elle ne présente ni râblure ni chanfrein sur toute sa longueur. En revanche, l'étrave et l'étambot sont entaillés, sur leurs faces latérales, d'une râblure destinée à recevoir les extrémités du galbord et les têtes de virures suivantes (la râblure naît 20 cm après l'enture). Le long de l'axe central, le galbord est donc directement apposé sur les joues de la quille et lui est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés selon un écartement, entre les mortaises, de 10 cm. Le galbord est de section courbe et ses cans, au contact des joues de la quille, sont biseautés. Cela introduit donc un net retour de galbord et détermine des fonds très pincés.

Concernant le bordé, certaines virures mesurent plus de 9 m de long, les plus longues étant les virures de galbord qui ont une longueur de 10,40 m. Excepté les galbords, qui ont été débités dans une seule pièce de pin d'Alep, toutes les autres virures sont constituées de deux bordages – également débités dans du pin d'Alep – unis entre eux au moyen d'écarts diagonaux et d'écarts en S. Les largeurs des virures varient de 11,20 cm à 30,50 cm et leur épaisseur est généralement de 4,25 cm. Comme pour l'ensemble quille-galbord, l'assemblage des virures entre elles est assuré par des tenons (L. : 15,4 ; l. : 3,9 ; ép. : 0,7 cm en moyenne)

---

[495] **Kahanov 1999 b**; **1999 c**.
[496] **Black (ed.) 2003** et **Tresman (ed.) 2004**.
[497] **Kahanov, Pomey 2004**.
[498] **Kahanov 1996**, p. 246-247 ; **1999 c**, p. 155-159 ; **2003** dans Black (ed.) 2003, p. 53-54 ; **Kahanov, Pomey 2004**, p. 6-13.
[499] Les déterminations des essences pour la construction du navire ont été effectuées par Ella Werker, Département de botanique à l'Université hébraïque de Jérusalem (Israël) (cf. **Werker 2003**, p. 241-243).

insérés dans des mortaises (l. : 4,2 ; ép. : 0,8 cm) et bloqués par des petites chevilles tronconiques (diam. : 0,9 cm) enfoncées transversalement à partir de l'intérieur du bordé (fig. 82e). Les points d'assemblage par tenons et mortaises sont disposés selon un écartement de 13 cm (de centre à centre). Aux deux extrémités du navire, des ligatures ont également été utilisées afin de doubler et renforcer les assemblages par tenons et mortaises (fig. 82f). Ce sont en fait les quatre virures les plus basses (galbord inclus) qui ont été assemblées à l'étrave et à l'étambot ainsi qu'à leur massif mort au moyen de ligatures, après que les assemblages par tenons et mortaises aient été réalisés[500]. Les extrémités du galbord ont également été assemblées sur une petite section de la quille – située juste avant l'enture – au moyen de ligatures. Le système d'assemblage est le suivant (fig. 82g) : les ligatures sont passées de manière continue et longitudinale au travers d'évidements tétraédriques (de 1,65 cm de côté) disposés en correspondance le long des bords des faces internes des virures et des principaux éléments (quille, étrave, étambot et massifs morts), selon un écartement de 4,5 cm. Les tétraèdres sont disposés à 1,1 cm des joints et aboutissent à des canaux obliques (diam. : 6,3 mm), selon un angle moyen de 24°. Le point de rencontre des canaux est donc généralement situé sur la face externe du bordage. Dans les cas d'angle prononcé où les canaux se retrouvent séparés, c'est-à-dire non en correspondance, une rainure a été pratiquée dans l'épaisseur des pièces pour relier les paires de canaux afin de recueillir la ligature et la protéger ainsi contre les frottements tout en garantissant l'étanchéité du système d'assemblage. Les fragments de ligatures conservés en place montrent qu'il s'agit de brins de fibres végétales (*Ruscus hypophyllum* L. ou *Ruscus hypoglossum* L.)[501] toronnés ensemble pour un diamètre de 3,5 mm environ. Le modèle d'assemblage complet n'a pas été conservé mais Y. Kahanov restitue quatre passages diagonaux de la ligature au travers de chaque évidement tétraédrique produisant une succession de croix (XXXX), sans traits verticaux (fig. 82h). Cette restitution paraît donc pour le moins étonnante dans la mesure où, on le verra avec la construction des modèles d'étude, ce sont les passages transversaux de la ligatures (I) qui assurent un assemblage ferme entre deux pièces, les passages diagonaux (X) n'ayant pour fonction que de passer d'une paire de canaux, disposés en vis-à-vis, à une autre paire de canaux (cf. *infra* les modèles d'étude *Jules-Verne 9* et *Comacchio*, p. 505 et 531). Par conséquent, et bien que Y. Kahanov ait calculé que les quatre passages diagonaux des ligatures proposés pour sa restitution présentaient une force de rupture totale similaire à la force de cisaillement des petites chevilles en chêne qui bloquaient les tenons (cf. env. 275 kg), il semble probable que la restitution proposée soit incomplète et qu'il faille y rajouter les passages transversaux effectués par la ligature sans lesquels cet assemblage serait finalement peu efficace. Par ailleurs, les ligatures, employées dans les parties les plus vulnérables du navire, c'est-à-dire les extrémités, devaient jouer un rôle significatif dans le renforcement de la structure de la coque et de ce fait, il est probable qu'elles aient été employées, non pas

[500] **Kahanov 1999 b**, p. 23-24 ; **1999 c**, p. 159 ; **2003**, p. 69-71 ; **2004**, p. 6-49.
[501] Pour les analyses des ligatures, cf. **Shimony, Werker dans Black (ed.) 2003**, p. 230-234.

uniquement sur les quatre premières virures de bordé – les seules conservées – mais également sur toutes les têtes de virures pour fermer les extrémités. Concernant l'étanchéité de ce système, aucun tissu n'a été retrouvé en place sur les joints d'assemblage mais il est vraisemblable qu'un tel rouleau d'étanchéité devait exister. Les ligatures étaient par ailleurs tenues en place dans leurs canaux de passage par des petites chevilles – taillées dans des tiges de graminées – qui assuraient en même temps l'étanchéité du système. Celle-ci était finalement renforcée par une couche de résine qui recouvrait l'ensemble des cavités.

Le système de membrure du navire se compose d'une succession de varangues, disposées selon un écartement de 75 cm (de centre à centre) et prolongées sur leurs extrémités par des allonges au moyen d'écart à croc verrouillés par trois ou quatre petites gournables carrées (fig. 82b). Des couples de revers, dont le pied se situe sur la huitième virure, étaient également intercalés entre les membrures. Ces dernières présentent, en section, un pied large de 6 cm, des faces latérales légèrement évasées et un dos arrondi large de 14 cm (fig. 82i). Cette section rappelle ainsi, mais en moins accentuée, le profil "archaïque" des membrures des navires vus précédemment et lié à un assemblage par ligatures des membrures au bordé, ce qui n'a donc pas lieu d'être ici puisque les membrures sont assemblées au bordé – et jamais à la quille – au moyen de clous en cuivre enfoncés au travers de gournables à partir de l'extérieur des virures et dont la pointe est rabattue sur leur dos. Par ailleurs, les faces inférieures des varangues de *Ma'agan Mikhael* sont uniquement entaillées de trous d'anguillers. Ceux-ci sont situés au niveau de la quille, au niveau du bouchain – entre les virures 4 et 5 – et près de la première préceinte – entre les virures 9 et 10. Avec le navire de Ma'agan Mikhael, on voit donc une évolution dans le profil des membrures avec une section trapézoïdale moins accentuée qu'auparavant, et la disparition des évidements taillés sur leur face inférieure liés, à l'origine, à l'assemblage de l'ensemble du bordé au moyen de ligatures. L'ensemble de la membrure a été réalisé en pin d'Alep.

Des baux transversaux ont également été cloués sur la face arrière des allonges, correspondant aux deux membrures principales, au niveau de la première préceinte. Il s'agit de pièces appartenant à la caisse d'étambrai ; elles sont soutenues verticalement par des épontilles logées dans le massif d'emplanture.

Le massif d'emplanture retrouvé en place vers le centre du navire a été débité dans du pin (fig. 82b). Il mesure 2,44 m de long pour une largeur de 29,5 cm et une hauteur de 14,5 cm. Il présente un profil évolutif avec une extrémité plus large, là où se situe la cavité d'emplanture, et l'autre extrémité plus étroite. Il est relativement court et ne couvre que quatre membrures. Il repose sur ces quatre membrures mais n'est encastré, au moyen d'entailles rectangulaires transversales, que sur trois d'entre elles. Le massif est contrebuté sur ses deux côtés, au niveau de la cavité d'emplanture du mât, par des contreforts latéraux qui couvrent

l'espace compris entre deux membrures. Il n'y a pas d'assemblage entre ces contreforts et le massif ; ils sont simplement fixés à la membrure par deux grosses chevilles. La face supérieure du massif d'emplanture présente plusieurs mortaises, encoches et emboîtures destinées à recevoir le pied de mât ainsi que les pièces de la caisse d'étambrai. Ce massif d'emplanture est semblable à celui retrouvé sur l'épave *Gela 1* (cf. *supra*). Comme sur ce navire également, le massif est prolongé sur ses deux extrémités par une carlingue, en pin. L'ensemble double ainsi entièrement la quille et couvre la totalité de la membrure jusqu'aux points de relèvement des extrémités du navire. Cependant, dans la mesure où cette pièce n'est que faiblement assemblée à la membrure – par chevillage, au rythme d'une membrure sur deux environ – Kahanov préfère parler de "serre" et non de carlingue[502]. Sur l'avant, cette "serre" est entaillée pour recevoir le massif d'emplanture auquel elle est assemblée par un joint vertical étroit. La serre arrière n'est en revanche pas assemblée au massif en raison d'une interruption de la charpente axiale interne à ce niveau, en correspondance probablement avec le puits de la pompe de cale.

3. Équipement du navire

En relation avec le navire, une ancre en bois à un bras, mesurant 1,89 m de long, a été découverte sur le site, au niveau de la proue du navire, sur tribord[503].

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire *Ma'agan Mikhael*

Le type architectural du navire de Ma'agan Mikhael se définit par une quille légèrement arquée de forme rectangulaire entièrement doublée par une fausse quille et prolongée, sur ses deux extrémités, par les pièces d'étrave et d'étambot au moyen d'écarts en « trait de Jupiter » à clef verticale ; ses faces latérales sont planes à l'inverse de celles de l'étrave et de l'étambot qui sont entaillées de râblure ; en revanche, les cans du galbords sont biseautés et déterminent des fonds très pincés de la carène (fig. 82j). L'ensemble quille-galbord, de même que le bordé, est assemblé par tenons et mortaises chevillés mais des ligatures, passant au travers d'évidements tétraédriques, sont également utilisées sur les extrémités afin de doubler et renforcer les assemblages par tenons et mortaises. À ce bordé est associée une membrure composée d'une succession de varangues au profil légèrement trapézoïdal et prolongées, sur leurs extrémités, par des allonges au moyen d'écarts à crocs chevillés et entre lesquelles viennent s'intercaler des couples de revers ; la membrure est fixée au bordé au moyen de clous enfoncés à partir de l'extérieur et passant au travers des

[502] **Kahanov 2003**, p. 99.
[503] **Rosloff 1991** ; **2003**, p. 140-146.

gournables. Enfin, un court massif d'emplanture, prolongé à ses extrémités par une serre, vient s'encastrer sur le dos des membrures d'une extrémité à l'autre de la coque, renforçant ainsi la structure longitudinale de la coque. Dans ce système architectural quille-bordé-membrure, le bordé, parfaitement lié dans toutes ses parties et associé à une membrure qui lui est fixée au moyen de clous passés au travers de gournables, indique une conception « longitudinale sur bordé »[504]. Y. Kahanov, qui a effectué une étude très détaillée des procédés de construction[505], a montré que la quille, prolongée sur ses extrémités par l'étrave et l'étambot, avait d'abord été mise en place. La fausse quille lui a également été assemblée par tenons et mortaises chevillés. Le bordé a ensuite été monté. Kahanov a montré que le navire a été construit plus ou moins symétriquement, la virure 7 jouant certainement le rôle de "virure de réglage". Les massifs morts, au niveau de l'étrave et de l'étambot, ont été installés au moins après qu'une partie des virures ait été montée et avant que les membrures – au moins, de manière assurée, les membrures 1, 2 et 17 – aient été fixées. Les massifs morts ne jouent pas un rôle de renfort des écarts quille-étrave et quille-étambot, mais servent à l'assemblage par ligatures des extrémités. Les membrures constituées de varangues prolongées par des allonges ont été installées après que la plupart du bordé ait été complété. Certaines membrures présentaient encore de l'écorce de l'arbre dans lequel elles ont été débitées. Pour terminer la construction de la structure, le massif d'emplanture a été mis en place sur le dos des varangues, renforcé et bloqué de chaque côté par des contreforts latéraux, et prolongé sur ses deux extrémités par une serre. Il s'agit donc clairement de procédés de construction également « sur bordé premier ».

F. Type du navire *Ma'agan Mikhael*, espace de navigation et origine

Concernant ses dimensions et ses formes, le navire *Ma'agan Mikhael* correspond à un voilier de 13,50 m de longueur (hors tout) et de 4,27 m de largeur et présente une structure complexe avec des fonds pincés et un retour de galbord prononcé. Le plan des formes établi par H. Winters et Y. Kahanov restitue par ailleurs, à partir des vestiges archéologiques, des formes élaborées avec une proue élancée et une poupe fermée (fig. 82k). Les auteurs restituent également un franc-bord élevé, de 1,25 m, pour un tirant d'eau maximum de 1,40 m, déterminant ainsi une capacité de 13 tonnes de port en lourd pour un déplacement en lourd de 23 tonnes. Enfin, sur la base de ces données, ils estiment une gîte maximale du navire de 60°[506].

[504] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[505] **Kahanov 2003**, p. 108-113.
[506] Pour la restitution du plan des formes et l'étude nautique, cf. **Kahanov, Winters dans Black (ed.) 2003**, p. 130-133.

Le navire ainsi défini présente toutes les qualités nautiques pour naviguer en haute mer, à travers toute la Méditerranée. Concernant sa provenance, celle-ci, sur la base des pierres de construction transportées ainsi que de la céramique de bord, est située en Méditerranée orientale, et plus précisément en Eubée et à Chypre[507].

En revanche, concernant le lieu de construction du navire, si celui-ci, sur la base de l'identification des essences utilisées pour la construction du navire ainsi que pour les accessoires et les outils en bois retrouvés dans l'épave, avait d'abord été localisé sur les côtes du Levant[508], les dernières analyses ont finalement remis en cause cette localisation pour situer plutôt un chantier de construction sur les côtes ioniennes, au nord-ouest ou à l'ouest des côtes de la Turquie actuelle[509]. Cette localisation confirme ainsi le rattachement de cette épave par P. Pomey, dès 1997, à la famille des bateaux cousus de tradition grecque[510] et rejette ainsi définitivement la proposition d'E. Linder qui, concernant l'identité culturelle du navire, refusait de trancher et de parler d'un navire grec ou d'un navire phénicien et préférait, au terme d'une longue démonstration, parler d'une *« east Mediterranean ship-building technology »*[511]. Et de fait, il est incontestable que sur le plan structural, le navire de Ma'agan Mikhael ressemble au navire grec *Gela 2* (cf. *supra*, § n°XVI)[512] tandis que son mode de construction – notamment l'emploi de ses différents assemblages – se rapproche du navire *Jules-Verne 7* (Marseille), également de tradition grecque (cf. *supra*, § n°XII).

La localisation du lieu de construction du navire *Ma'agan Mikhael*, sur les côtes ioniennes, confirme ainsi l'hypothèse d'une origine grecque orientale pour le système d'assemblage par ligatures longitudinales associé à des évidements tétraédriques pour le passage des ligatures[513].

G. Conclusion

L'épave de Ma'agan Mikhael témoigne, à la fin du V^e^ s. av. J.-C., d'une évolution des assemblages avec un bordé entièrement lié par tenons et mortaises chevillés et une membrure fixée au moyen de clous enfoncés à travers des gournables. Les ligatures, localisées uniquement aux extrémités, ne sont utilisées que pour doubler et renforcer l'assemblage par tenons et mortaises. Structurellement, le navire de Ma'agan Mikhael s'inscrit également dans une phase d'évolution avec une carène qui présente des fonds pincés. C'est donc sous ce double aspect que cette épave sera prise en compte dans la quatrième partie de cette étude.

---

[507] **Kahanov 1991** ; **1996**.
[508] Cf. **Werker 2003**, p. 243.
[509] **Kahanov, Pomey 2004**, *addendum*, p. 26.
[510] **Pomey 1997**.
[511] **Linder 2003 dans Black (ed.) 2003**, p. 147-150.
[512] **Steffy 1994**, p. 55.
[513] **Kahanov, Pomey 2004**.

Les qualités de construction de ce navire témoignent finalement de l'habileté des constructeurs navals de cette époque à mettre en pratique une technologie maîtrisée et acquise sans aucun doute au travers d'une longue et profonde tradition.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Ma'agan Mikhael* :

BLACK E. (ED.)

2003, *The Ma'agan Mikhael ship. The Recovery of a 2400-Year-Old Merchantman*. Final Report, Vol. I, Israel Exploration Society and University of Haifa, Jerusalem.

KAHANOV Y.

1991, An investigation of the Ma'agan Michael ship, *CMS News*, 18.

1995, Il relitto di Ma'agan Michael. Lo conservazione dello scafo, *L'Archeologo Subacqueo*, I.2, p. 16-17.

1996, Conflicting Evidence for Defining the Origin of the Ma'agan Mikhael Shipwreck, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 245-248.

1997, Wood Conservation of the Ma'agan Mikhael Shipwreck, *IJNA*, 26.4, p. 316-329.

1999 a, The first step in the reconstruction of the Ma'agan Mikhael ship, *CMS News*, n° 26, p. 6-7.

1999 b, The "sewing system" in the hull construction of the Ma'agan Mikhael shipwreck: a comparative study with Mediterranean parallels, *CMS News*, n° 26, p. 22-25.

1999 c, The Ma'agan Mikhael Ship (Israel). A Comparative Study of its Hull Construction, dans Pomey P., Rieth É. (dir.) 1999 (Archaeonautica, 14), p. 155-160.

2003, The Hull, dans Black E. (ed.) 2003, p. 53-129.

2004, The sewing of the Ship, dans Tresman J. (ed.) 2004, p. 3-79.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

LINDER E.

1989, The Ma'agan Michael shipwreck excavation – first season, 1988, *CMS News*, 16.

1992, Ma'agan Mikhael shipwreck. Excavating on Ancient Merchantman, *Biblical Archaeology Review*, 18, 6, p. 24-35.

1995, Il relitto di Ma'agan Michael. Lo scavo, *L'Archeologo Subacqueo*, I.2, p. 15-16.

LINDER E. et ROSLOFF J.

1995, The Ma'agan Michael shipwreck, dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 275-281.

PARKER A.J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 247-248.

POMEY P.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

ROSLOFF J.

1990, The Ma'agan Michael shipwreck excavation – 1989 season, *CMS News*, 17.

1991, A one-armed anchor of *c.* 400 BCE from the Ma'agan Michael vessel, Israel. A preliminary report, *IJNA*, 20.3, p. 223-226.

2003, The anchor, dans Black E. (ed.) 2003, p. 140-146.

STEFFY J. R.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station, p. 40-42.

TRESMAN J. (ED.)

2004, The Ma'agan Mikhael Ship. The Recovery of a 2400-Year-Old Merchantman. Final Report, Vol. II, Israel Exploration Society and University of Haifa, Jerusalem.

WACHSMANN S. et RAVEN K.

1987, Maagan Michael coast, Israel: the remains of a ship, *NAS, the Newsletter*.

WERKER E.

2003, The Wood material, dans Black (ed.) 2003, p. 241-243

XVIII. L'épave de Kyrenia (Chypre, fin du IV^e^ s. av. J.-C.)

A. Découverte (contexte archéologique) et localisation[514]

L'épave de Kyrenia a été découverte au cours de l'été 1967, sur la côte nord de l'île Chypre (fig. 38) par un plongeur local. Ce dernier fit part de sa découverte à l'équipe de recherche anglo-américaine (musée de l'Université de Pennsylvanie et laboratoire de recherche en Archéologie et Histoire de l'Art d'Oxford) qui menait alors un programme de prospection sur les côtes de Chypre. L'épave se situait à environ 1 km de la côte, sur un fond d'environ 30 m.

B. Des fouilles à la restauration[515]

L'épave a été entièrement fouillée en 1968 et 1969 par une équipe internationale d'archéologues du musée de l'Université de Pennsylvanie dirigée par Michael L. Katzev (fig. 83a). À l'issu de la fouille, tous les vestiges de la coque ont été prélevés afin d'être conservés, étudiés et restaurés[516]. Près de 6000 fragments de bois ont ainsi été catalogués, photographiés, dessinés et conservés dans une solution de polyéthylène glycol avant d'être réassemblés. J. R. Steffy a supervisé ce travail de remontage de la coque[517] qui est aujourd'hui exposée, avec la cargaison et tous les objets du navire mis au jour, dans une des galeries du château de Kyrenia (fig. 83b).

C. Matériel mis au jour et datation[518]

Au moment de son naufrage, le navire transportait un chargement de 404 amphores appartenant à huit types différents, l'amphore la plus représentée étant l'amphore rhodienne (343 exemplaires), les autres étant probablement originaires de Samos, Paros, de Crête et de Palestine. Vingt-neuf meules à grains ont également été découvertes, disposées sur trois

[514] **Green *et al.* 1967**, p. 47 ; **Katzev M. L. 1969 a**, p. 55 ; **1970 b**, p. 841-843 ; **Wylde Swiny et Katzev 1973**, p. 339 ; **Steffy 1985**, p. 72.
[515] **Katzev M. L. 1969 b**, p. 238 ; **1969 a**, p. 55 ; **1970 a** ; **1974** ; **Wylde Swiny et Katzev 1973**, p. 339 ; **Steffy 1985**, p. 72.
[516] La conservation et la restauration de l'épave ont été conduites sous la tutelle de l'*Oberlin College* et de l'*Institute of Nautical Archaeology* (College Station, Texas).
[517] Cf. **Katzev S. W. et Katzev M. L. 1974**, p. 624-625 ; **1986**, p. 5.
[518] **Katzev M. L. 1969 b**, p. 238 ; **1969 a**, p. 55, 57 ; **1970 a**, p. 8 ; **Katzev S. W. et Katzev M. L. 1974**, p. 618; **Wylde Swiny et Katzev 1973**, p. 340-345 ; **Steffy 1985**, p. 72.

rangées le long de l'axe central du navire[519]. Selon M. Katzev, il s'agirait des restes d'une précédente cargaison qui auraient servi, lors de ce voyage, de lest au navire. La cargaison était en outre complétée par un stock d'amandes retrouvées en vrac sur le fond de l'épave (env. 10 000) et qui devaient, à l'origine, être transportées dans des sacs en toiles qui n'ont pas été conservées.

Concernant le matériel de bord, des pièces de céramiques fines (trois petites cruches à verni noir et deux couvercles de casseroles) et des pièces de céramiques communes (des bols, des cuillères, des fragments de poterie, une cruche, un chaudron en cuivre) liées probablement aux activités culinaires du bord, ont été retrouvées au niveau de la cabine arrière du navire. La présence systématique de quatre éléments de vaisselle (4 assiettes, 4 bols, 4 cuillères *etc*.) laisse supposer un équipage composé de quatre personnes. Un poids de pêche, des outils, une lampe, un encrier, un sceau en bronze à l'effigie d'Athéna Promachos, un petit lot de pièces de monnaies dont deux seulement sont lisibles (une a été forgée durant le règne d'Antigonos Monophthalamos (316-301), et l'autre avait cours durant le règne de son fils, Demetrios Poliorcète (306-294) complétaient le matériel de bord.

Les analyses de ce matériel indiquent que le navire a fait naufrage durant la dernière décennie du IV^{e} s. av. J.-C. (310-300). Par ailleurs, les analyses au Carbone 14, pratiquées sur les amandes (288 ± 62 av. J.-C.) et les bois du navire (389 ± 44 av. J.-C.), mises en relation avec les pièces de monnaie, indiquent que le navire, au moment de son naufrage, pourrait avoir eu plus de 80 ans. Il aurait donc navigué, selon M. Katzev, avant, pendant et après la période d'Alexandre le Grand (356-323)[520]. Dans la mesure où la longévité des navires antiques n'est pas considérée comme pouvant dépasser la trentaine d'années[521], ce chiffre de 80 ans paraît pour le moins extraordinaire et nous ne tiendrons pas compte, par conséquent, de ces estimations.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[522]

La coque du navire a été conservée sur 12 m de long pour une largeur de 6 m (fig. 83c et 83d). Les vestiges correspondent à la quille à laquelle est rattachée une partie du flanc bâbord ainsi qu'une partie du bordé tribord (détaché de la quille) avec la membrure en place, à la majorité du vaigrage bâbord et à quelques planches de vaigrages tribord, à l'emplanture de mât, à deux épontilles ainsi qu'à des fragments de baux transversaux. L'ensemble de ces

[519] Il s'agit de meules type à trémie fabriquées dans de la pierre noire volcanique probablement originaire des Cyclades, de Thera ou de Mélos.
[520] **Katzev M. L. 1970 a**, p. 14.
[521] Cf. à propos de la longévite des navires antiques, **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 232.
[522] **Katzev M. L. 1970 a**, p. 9 ; **Wylde Swiny et Katzev 1973**, p. 345 ; **Steffy 1985**, p. 72.

vestiges correspond environ aux trois quarts de la coque originelle du navire. Le bois était par ailleurs en bon état.

L'étude architecturale du navire a été conduite de manière exemplaire par M. L. Katzev[523], puis par J. R. Steffy et a donné lieu à la restitution de toute une série de modèles d'étude ayant servi à valider des hypothèses de travail et notamment à valider le plan des formes du navire restitué à partir des vestiges archéologiques[524]. Grâce à ces études menées sur la restitution des formes du navire et aux maquettes réalisées pour valider ces restitutions et étudier les techniques de construction[525], une réplique grandeur nature du navire de Kyrenia a par ailleurs été construite[526]. Ce navire, baptisée *Kyrenia II*, a permis de tester les qualités nautiques et les performances de ce petit bateau de commerce[527] (fig. 83h).

2. Présentation architecturale[528]

La quille a été entièrement conservée. Il s'agit d'une quille monolithe de section trapézoïdale mesurant 12,18 m de largeur pour une hauteur de 20,3 cm mais dont les dimensions diminuent au niveau des extrémités. Elle mesure 9,33 m de longueur et présente un profil fortement arqué ; elle est par ailleurs prolongée sur son extrémité avant par une étrave qui lui est assemblé au moyen d'un court écart en « trait de Jupiter ». L'étrave, conservée sur une longueur de 2,46 m (son extrémité avant est cassée), est formée de deux pièces : une pièce intérieure et une pièce extérieure – correspondant à un petit taillemer – qui sont assemblées ensemble par des clous et des tenons et mortaises. À l'arrière, l'étambot est assemblé à la quille au moyen d'un tenon enfoncé dans une mortaise et bloqué par une ou plusieurs chevilles. A ce niveau, une courbe a été placée à l'intérieur de la coque pour venir renforcer l'assemblage quille-étambot. La courbe est fixée à la quille et à l'étambot au moyen de clous ainsi qu'aux galbords grâce à des clous enfoncés latéralement à travers des gournables. Une fausse quille est par ailleurs fixée sous la quille au moyen de gournables.

La quille présente sur toute sa longueur une râblure disposée au niveau de ses bords supérieurs. La mise en place des galbords, qui viennent s'insérer dans les râblures, déterminent des fonds de carène très pincés (fig. 83e). L'assemblage quille-galbords est effectué au moyen de tenons et de mortaises chevillés. Les mortaises mesurent en moyenne 4,3 cm de large, pour une épaisseur de 0,6 cm et une profondeur de 8,4 cm. Elles sont disposées environ tous les 11,7-11,8 cm. Les tenons présentent les mêmes dimensions que les mortaises, excepté leur longueur qui est plus courte (d'environ 1 cm) que la profondeur des mortaises. Les petites chevilles de blocage sont tronconiques et ont un diamètre maximum de

[523] **Wylde Swiny, Katzev 1973**, p. 345-351.
[524] **Steffy 1976**.
[525] **Katzev M. L. 1980** ; **Katzev S. W., Katzev M. L. 1986**, p. 5.
[526] **Katzev S. W., Katzev M. L. 1986**, p. 5-11 ; **Katzev M. L. 1989 a**.
[527] **Katzev M. L. 1989 b** ; **1990**.
[528] **Steffy 1985**, p. 72-87 ; **1994**, p. 43-54.

près de 1 cm et un diamètre minimum moyen d'environ 0,6 cm. Elles sont enfoncées à partir de l'intérieur de la coque. La face supérieure de l'étrave présente également une râblure destinée à recevoir les extrémités avant des virures du bordé.

Les virures de bordé sont constituées chacune de deux ou trois bordages qui sont assemblées entre eux par des écarts diagonaux fixés au moyen de tenons et de mortaises chevillés. Les virures mesurent en moyenne de 4,83 m à 10,55 m de long pour une largeur maximum (conservée) d'une vingtaine de cm environ et une épaisseur moyenne de 3,7 cm. Le fond de carène correspond aux neuf premières virures tandis que les virures supérieures se rapportent ensuite aux flancs du navire. La virure n°10 correspond ainsi à la première préceinte et mesure 21,5 cm de large pour une épaisseur de 8 cm.

De même que l'ensemble quille-galbords, l'ensemble du bordé est assemblé par tenons et mortaises chevillés. Les formes des tenons et des mortaises présentent une grande variété qui va de la forme rectangulaire à la forme semi-circulaire. Les mortaises ont une profondeur moyenne de 8 cm et une largeur moyenne de 4,5 cm. La profondeur moyenne varie de 4,4 à 10,5 cm et leur épaisseur moyenne est de 0,55 cm. Elles sont écartées en moyenne de 11,5 à 12 cm, formant ainsi un réseau extrêmement dense (fig. 83f). Les petites chevilles de blocage sont tronconiques et ont été enfoncées pour la plupart à partir de l'intérieur de la coque. Les chevilles enfoncées à partir de l'extérieur de la coque se situent sur la quille, l'étrave, les faces latérales intérieures du galbord, les écarts de la préceinte principale, sur quelques réparations d'assemblage et sur quelques autres endroits dispersés. Les réparations du bordé sont par ailleurs effectuées au moyen de l'introduction de tenons à partir de mortaises ouvertes au dos des virures.

Au niveau de la proue, à bâbord, ainsi qu'à tribord dans les parties basses, les traces d'un bordage de doublage ont été découvertes. Ces bordages ont une épaisseur de 1,1 cm et une largeur de 13,5 cm. Ils ont été assemblés au bordé par des clous en cuivre.

Des traces de poix noire ont également été retrouvées sur l'extérieur du bordé. Cette résine, appliquée sur la coque une fois celle-ci achevée, était destinée à parfaire l'étanchéité du navire. Par ailleurs, l'ensemble de la coque était recouvert d'un revêtement simple en feuilles de plomb épaisses de 1 mm et larges de 1,05 à 1,23 m. Ces feuilles métalliques épousaient de manière très précise les formes de la coque et étaient assemblées au bordé au moyen de petits clous en cuivre. Cette enveloppe de plomb assurait une protection contre les chocs mais aussi contre les vers xylophages, les algues et les coquillages qui se fixent sur la coque.

Le système de membrure du navire de Kyrenia est composé d'une alternance de couples et de demi-couples prolongés par des allonges, selon une maille de 25 cm.

Les varangues sont de section carrée et mesurent en moyenne 9 cm de côté avec une hauteur plus importante au niveau de la quille et une hauteur moindre au niveau de leurs

extrémités. Les demi-couples présentent également une section carrée, mais de 8,5 cm de côté en moyenne.

Toutes les membrures sont assemblées à chaque bordage au moyen de longs clous en cuivre à raison de deux clous par bordage si celui-ci présente une largeur inférieure à 20 cm, ou de trois clous si le bordage présente une largeur supérieure à 20 cm. Les clous sont enfoncés à partir de l'extérieur du bordé à travers des gournables et leur pointe est rabattue par deux fois sur le sommet des membrures. Les varangues ne sont jamais liées à la quille et les espaces vides situées entre les varangues et la quille sont comblées avec des cales, certaines étant fixées aux varangues par des tenons et mortaises non chevillés. Les allonges, excepté dans un cas, ne sont pas assemblées aux couples et aux demi-couples, même si leurs extrémités sont parfois aboutées (fig. 83e).

Sur toute la longueur du navire, toute une série de planches de payol, de 60 cm de long, sont disposées perpendiculairement à la quille et permettaient d'accéder à la coque pour le nettoyage de la sentine (fig. 83c). De chaque côté de ces payols, des planches de vaigrage, de 3 cm d'épaisseur, courent tout le long du navire. Ces vaigres sont posées sur le dos des membrures et leur sont clouées par endroit. Dans leur dernier article, Y. Kahanov et P. Pomey indiquent qu'une des planches du vaigrage présente des évidements pour un assemblage au moyen de ligatures[529]. Cette information n'ayant pas encore été publiée, nous ne disposons d'aucune information sur la technique d'assemblage par ligatures qui a pu être mise en œuvre ici. Il semble cependant probable que la vaigre concernée corresponde en réalité à une planche de bordé réemployée.

Enfin, le massif d'emplanture, disposé de manière très décentrée vers l'avant du navire (fig. 83c), est encastré sur la membrure au moyen d'entailles ménagées sur le dos des varangues.

L'essentiel de la coque du bateau a été fabriqué en pin d'Alep tandis que les chevilles et les tenons d'assemblage sont en chêne.

3. Gréement du navire

En relation avec le massif d'emplanture, la découverte de pièces d'accastillage, dont une poulie et de nombreux anneaux de cargue, indiquent que le gréement était constitué d'un seul mât portant une voile carrée.

[529] **Kahanov, Pomey 2004**, p. 23.

E. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire de Kyrenia

Le type architectural du navire de Kyrenia se définit par une quille fortement arquée, de forme trapézoïdale, doublée par une fausse quille et prolongée, sur ses deux extrémités, par les pièces d'étrave et d'étambot au moyen d'un court écart en « trait de Jupiter » pour l'étrave et d'un tenon chevillé dans une mortaise pour l'étambot. Ses bords supérieurs, de même que la face supérieure de l'étrave, sont entaillés d'une râblure destinée à recevoir les cans des galbords ainsi que les têtes de virures de l'extrémité avant. L'ensemble quille-galbords, de même que l'ensemble du bordé, est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés selon un réseau de mortaisage extrêmement dense. À ce bordé est associée une membrure composée d'une alternance de couples et demi-couples prolongés sur leurs extrémités par des allonges qui ne leur sont pas assemblées. L'ensemble de la membrure est fixé au bordé au moyen de clous enfoncés à partir de l'extérieur et passant au travers de gournables. Enfin, un massif d'emplanture vient s'encastrer sur le dos des membrures, renforçant ainsi la structure longitudinale de la coque. Dans ce système architectural quille-bordé-membrure, le bordé, parfaitement lié dans toutes ses parties et associé à une membrure qui lui est fixée au moyen de clous passés au travers de gournables, indique une conception « longitudinale sur bordé »[530]. J. R. Steffy, qui a effectué une étude très détaillée des procédés de construction[531], a montré que la quille, prolongée sur ses extrémités par l'étrave et l'étambot et complété pour ce dernier par une courbe de renfort intérieur, avait d'abord été mise en place. Le fond de la carène, composé du galbord, du ribord, et des sept virures suivantes a ensuite été monté. Les premières varangues ont alors probablement été insérées. La construction du bordé a ensuite été reprise avec le montage des flancs qui débute avec la dixième virure correspondant à la première préceinte. Une fois le bordé entièrement complété, le reste des varangues ainsi que les demi-couples et les allonges a alors été fixé aux bordages. La coque terminée, la charpenterie interne avec emplanture de mât, payols et vaigrage a finalement été mis en place. Ces étapes relèvent ainsi clairement d'une construction « sur bordé premier ».

F. Type du navire de Kyrenia, espace de navigation et origine

Concernant les dimensions et les formes, le navire Kyrenia correspond à un petit voilier de commerce d'une longueur estimée à 13,60 m pour une largeur de 4,40 m et une structure complexe avec des fonds très pincés et un retour de galbord prononcé. Le plan des formes restitue par ailleurs un profil longitudinal de navire peu élancé (fig. 83g). Sa capacité de charge est estimée à une vingtaine de port en lourd.

[530] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[531] **Steffy 1994**, p. 43-54.

Comme l'a montré sa réplique navigante[532] (fig. 83h), le navire de Kyrenia présente toutes les qualités nautiques pour naviguer en haute mer, à travers toute la Méditerranée. Concernant sa provenance, les études du matériel prélevé sur l'épave ont montré que le navire et la cargaison étaient tous deux d'origine grecque[533]. Selon la cargaison, le navire serait ainsi parti de Samos avec le chargement de quelques amphores de vin. Il aurait ensuite fait escale à Kos pour charger les meules en pierre. M. Katzev suppose que la plupart des meules auraient été déchargées à Rhodes où la majorité des amphores retrouvées dans l'épave aurait été chargée. Les meules non vendues seraient restées à bord et auraient servi de lest. La majorité des céramiques retrouvées à bord a été fabriquée à Rhodes, laissant ainsi supposer que cette île était le port d'attache du navire[534].

G. Conclusion

Bien qu'il ne présente aucun assemblage par ligatures pour lier les éléments structuraux de sa coque entre eux, le navire de Kyrenia trouve ici sa place, dans le corpus des bateaux "cousus" antiques de Méditerranée, pour deux raisons. La première est l'établissement de la filiation de ce navire, par P. Pomey, avec la famille des navires grecs assemblés entièrement ou en partie au moyen de ligatures (cf. *supra*, § n°VI, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI et XVII) et dont il constituerait l'aboutissement[535]. Dans la mesure où nous serons amenés, dans une quatrième partie, à parler de cette filiation et de cette évolution, il paraissait incontournable d'établir pour ce navire, au même titre que pour les autres, une fiche de référence. La seconde raison est la présence de cette vaigre présentant des traces d'assemblage par ligatures. Bien qu'aucun détail n'ait encore été publié à propos de la technique d'assemblage précise mise en œuvre et que cette planche corresponde vraisemblablement à un bordage utilisé en réemploi, cette pièce témoigne d'une tradition technique, au sein de la construction navale grecque ancienne, disparue depuis pas si longtemps.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Kyrenia :

GREEN J. N., HALL E. T. ET KATZEV M. L.
1967, Survey of a Greek shipwreck off Kyrenia, Cyprus, *Archaeometry*, 10, p. 47-56.
KAHANOV Y ET POMEY P.

[532] **Katzev M. L. 1989 b** ; **1990** ; **Pomey (dir.) 1997**, p. 170-171.
[533] **Steffy 1985**, p. 72.
[534] Cf. **Katzev S. W. et Katzev M. L. 1986**, p. 4.
[535] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

KATZEV M. L.

1969 a, The Kyrenia shipwreck, *Expedition*, 11.2, p. 55-59.

1969 b, Excavation of a Greek Shipwreck off Kyrenia, *AJA*, 73.2, p. 238-239

1970 a, A Greek ship is raised, *Expedition* 12.4, p. 6-14.

1970 b, Resurrecting the Oldest Known Greek Ship, *National Geographic*, 137.6, p. 841-857.

1980, A replica of the Kyrenia ship, *INA Newsletter* 7. 1, p. 1-2 et 4-6.

1989 a, *Kyrenia II* : building a replica of an ancient Greek merchantman, dans Tzalas H. (ed.) 1989 (*Tropis I*), p. 163-175.

1989 b, Voyage of Kyrenia II, *INA Newsletter* 16. 1, p. 4-10.

1990, An analysis of experimental voyages of Kyrenia II, dans Tzalas H. (ed.) 1990 (*Tropis II*), p. 245-256.

KATZEV S. W. ET KATZEV M. L.

1974, Last harbor for the oldest ship, *National Geographic* 146.5, p. 618-625.

1986, Kyrenia II. Research on an ancient shipwreck comes full circle in a full-scale replication, *INA Newsletter* 13. 3, p. 1-11.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 231-232.

POMEY P.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

POMEY P. (DIR.), GIANFROTTA P. A., NIETO X. ET TCHERNIA A.

1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 168-171.

STEFFY J. R.

1985, The Kyrenia Ship : An Interim Report on its Hull Construction, *AJA* 89, 1, p. 71-101.

1989, The rôle of three-dimensional research in the Kyrenia ship reconstruction, dans Tzalas H. (ed.) 1989 (*Tropis 1*), p. 249-262.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station, p. 42-59.

WYLDE SWINY H. et KATZEV M. L.

1973, The Kyrenia shipwreck: A fourth-century B.C. Greek merchant ship, dans Blackman D.T. (ed.), *Marine Archaeology, Proceedings of the Twentythird Symposium of the Colston Research Society, avril 1971, Bristol* (Colston Papers n°23), Butterworths, Londres, p. 339-355.

Internet : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

XIX. L'épave du Golo (Corse, datation inconnue)

A. Localisation (contexte archéologique), enregistrement, transmission des données et étude

L'épave dite « du Golo » a été découverte en Corse en 1777, à environ 20 km au sud-est de Bastia, durant le creusement d'un canal près de l'embouchure de la rivière Golo (fig. 38). Bien qu'aucune partie de l'épave ne soit conservée aujourd'hui, celle-ci a été dessinée à l'époque de sa découverte par les géomètres responsables des travaux puis décrite en 1784 par le colonel Pierre Jacotin, auteur d'un *Mémoire contenant l'abrégé des principales expéditions Maritimes des anciens. Les différents peuples qui ont dominé ou formé des établissements dans l'île de la Corse. Leur architecture navale* (fig. 84a). Son descriptif de l'épave a été transmis, par l'intermédiaire de son petit-fils, Charles Labrousse, à l'amiral François-Edmond Pâris, alors directeur du Musée de la Marine (Paris). Ce dernier a publié les dessins des ponts et chaussées et repris le texte de P. Jacotin dans son ouvrage *Souvenirs de marine conservés* publié en 1892 (planche n°241)[536].

C'est seulement au début des années 1970 que ces données seront remises au jour et reconsidérées, notamment par Lucien Basch qui re-publie quelques-unes une des anciennes découvertes présentées par l'amiral Pâris[537]. Basch démontre ainsi la véracité des documents concernant l'épave du Golo et son « authentique antiquité » en raison de ses assemblages par tenons et mortaises[538]. Cependant, à cette époque, aucune épave de bateau "cousu" antique n'avait alors été identifiée et L. Basch, comme P. Pomey, n'avaient pu faire le lien entre certaines caractéristiques architecturales de cette épave et les bateaux "cousus" d'origine grecque découverts par la suite (cf. *supra* les épaves de Giglio, *Bon Porté 1*, *Cala Sant Vicenç*, *Jules-Verne 7* et *9*, *César 1*, *Grand Ribaud F*, *Gela 1* et *Gela 2* ainsi que *Ma'agan Mikhael*). Ce n'est finalement que dernièrement que P. Pomey a reconnu et intégré cette épave dans le corpus des "bateaux cousus" d'origine grecque archaïque et classique[539].

---

[536] **Pâris 1976**, pl. 241, vol. 3.
[537] **Basch 1973**, p. 329.
[538] En 1970 déjà, P. Pomey avait lui aussi reconsidéré les documents publiés par l'amiral Pâris concernant l'épave du Golo et en avait conclu que ce navire non daté avait été construit à l'époque romaine. Ses conclusions, établies dans le cadre de son mémoire de maîtrise, n'ont cependant pas été publiées à cette époque. Cf. **Pomey 1970**, *Recherches sur la Construction Navale à l'Époque Romaine*, Mémoire de maîtrise, sous la direction de G. C. Picard, Université Paris IV, non publié, p. 152-155.
[539] **Pomey 1997**. Pour autant, il ne la retient pas dans sa dernière publication sur les bateaux cousus de tradition grecque (cf. **Kahanov, Pomey 2004**), ne pouvant exclure une origine phénicienne du navire (cf. article à paraître dans le prochain n° d'*Archaeonautica*).

Enfin, une monographie a été dernièrement consacrée à l'épave du Golo par F. Nucci et S. Orsini qui la nomment « l'épave antique de Mariana » et proposent finalement de la baptiser *Foce Vechja I*[540].

B. Datation[541]

En l'absence d'enregistrement de tout contexte archéologique, la datation du navire n'a pu être établie mais son caractère antique a néanmoins été reconnu très tôt par P. Jacotin et fut confirmée par la suite par P. Pomey et L. Basch en raison de ses assemblages par tenons et mortaises. Par ailleurs, en raison des analogies que cette épave présente avec les épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7* (cf. *supra* § n°IX et XII) datée de la fin du VI^e^ s. av. J.-C., P. Pomey l'inscrit, avec néanmoins beaucoup de prudence, dans la même famille architecturale issue des bateaux "cousus" de tradition grecque[542]. C'est pour cette raison que cette épave trouve cette position dans le corpus d'épaves présenté ici. L'analyse de ses assemblages amène par ailleurs P. Pomey à la situer dans une phase d'évolution avancée, à placer entre les épaves *Jules-Verne 7* et *Ma'agan Mikhael* (cf. *supra* § n°XII et XVII), ce qui la daterait ainsi entre le début et la fin du V^e^ s. av. J.-C.[543].

C. État de conservation et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque

La coque dessinée et décrite par P. Jacotin, au moment de sa découverte, semble avoir été remarquablement conservée, de la poupe à la proue et sur une hauteur totale allant jusqu'au niveau de pont[544].

2. Présentation architecturale[545]

La quille, présentée sur les dessins de Labrousse, est de courte longueur (env. 4,70 m) mais est prolongée sur ses deux extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot, chacune de grande longueur (4,30 m pour l'étrave et près de 5 m pour l'étambot) (fig. 84a : fig. 3). L'assemblage entre ces trois éléments est réalisé au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » de

[540] **Nucci, Orisini 2003**.
[541] **Pâris 1976**, pl. 241, vol. 3 ; **Basch 1973**, p. 331.
[542] **Pomey 1997**, p. 199.
[543] **Pomey 1997**, p. 199.
[544] **Pâris 1976**, pl. 241, vol. 3.
[545] **Pâris 1976**, pl. 241, vol. 3 ; **Basch 1973**, p. 329-333 ; **Pomey 1997**, p. 199 ; **Nucci, Orisini 2003**, p. 16-29.

forme rudimentaire et verrouillé par l'insertion de deux gournables verticales de section carrée (fig. 84b : fig. 9). La quille présente une section rectangulaire de 15,5 cm de hauteur environ pour une largeur approximative de 14 cm. Le galbord a été apposé directement sur la partie supérieure des joues de la quille qui semble dépourvue de râblure, déterminant ainsi un plan d'assemblage horizontal. Les angles de la partie inférieure de la quille ont été en revanche biseautés, sans doute pour conférer au navire une plus grande stabilité et de meilleures capacités nautiques (fig. 84b : fig. 7).

Les bordages du navire du Golo présentent des longueurs comprises entre 11 et 14 m, des largeurs variant de 9 à 20 cm et une épaisseur constante de 3,3 cm. De même que l'ensemble quille-galbord, les bordages ont été assemblés entre eux au moyen de tenons longs et étroits (L. : 21,6 × l. : 4 cm) insérés dans des mortaises disposées tous les 20 cm environ dans les cans des pièces à assembler et tenus en place par des petites chevilles de blocage (fig. 84b : fig. 8) selon un système très proche de celui de *Jules-Verne 7* (cf. *supra*). Ces points d'assemblage ont été disposés en alternance d'un bord à l'autre des virures dans le but vraisemblable de ne pas trop les affaiblir. Aucune trace d'un assemblage éventuel par ligatures, en revanche, n'est mentionnée dans la planche publiée par l'amiral Pâris. Si, comme pour le navire *Jules-Verne 7* des ligatures ont été utilisées pour fermer les extrémités de la coque ou procéder à des réparations, celles-ci n'auront pas été observées au moment de la découverte de l'épave qui semble pourtant avoir été minutieusement examinée.

La membrure est constituée d'une succession de quinze varangues disposées selon un intervalle de 80 cm entre elles. Il semble par ailleurs que la membrure présente une originalité au centre du navire. A ce niveau, la membrure présente en effet six couples qui s'interrompent de part et d'autre de la quille, tels des demi-couples, mais qui paraissent reliés entre eux par des pièces – sortes de traverses – apparemment fixées sur la quille. Les membrures sont toutes de section semi-circulaire. Aucune précision n'est donnée concernant leur fixation au bordé, mais P. Jacotin précise néanmoins qu'aucun clou n'a été utilisé dans la construction de ce navire en même temps qu'il souligne le fait que le navire a été entièrement assemblé grâce à des chevilles en bois. Par conséquent, il est probable que les membrures auront été fixées au bordé au moyen de gournables, à moins qu'elles ne l'aient été au moyen de ligatures.

Le massif d'emplanture, positionné au centre du navire, est encastré à mi-bois sur le dos arrondi des traverses reliant les demi-couples. Il s'agit d'une pièce courte de 2,50 m de longueur environ, de section quadrangulaire mais de forme trapézoïdale qui s'élargit légèrement et très progressivement vers l'arrière du navire. Sur cette partie la plus large du massif, et également la plus haute, se situe la cavité pour le logement du mât. Ce massif d'emplanture présente de nombreuses analogies avec les massifs retrouvés sur les épaves *Bon Porté 1*, *Gela 1* et *Ma'agan Mikhael* (cf. *supra* et fig. 84a : fig. 11).

D'après le mémoire de P. Jacotin, le navire aurait été réalisé en aulne, en châtaignier et avec une troisième espèce non précisée appartenant à la famille des bois blancs, sans qu'aucune attribution spécifique pour telle ou telle pièce du navire ne soit malheureusement précisée.

D. Système et type architectural, conception et procédés de construction du navire du Golo

Le type architectural du navire du Golo se définit par une charpente axiale constituée d'une quille prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot avec lesquelles elle est assemblée par des écarts en « trait de Jupiter ». Le bordé, construit autour de la charpente axiale, est entièrement assemblé à franc-bord au moyen de tenons et mortaises chevillés disposés selon un réseau relativement lâche et la membrure, constituée d'une succession de varangues – à l'exception de six demi-couples situés au niveau du massif d'emplanture – est fixée au bordé au moyen de gournables ou au moyen de ligatures. Aucune carlingue ne vient recouvrir les membrures, mais un court massif d'emplanture est encastré sur le dos de traverses reliant les demi-couples situés dans la partie centrale du navire. Ce système architectural, dans lequel l'assemblage régulier du bordé associé à une membrure qui ne joue qu'un rôle secondaire de renfort, renvoie par conséquent à une conception « longitudinale sur bordé »[546]. En revanche, en l'absence d'une étude détaillée de l'épave, il est impossible d'appréhender les procédés de construction mis en œuvre sur ce navire.

E. Type du navire du Golo, espace de navigation et origine

Selon les données publiées par l'amiral Pâris, l'épave du Golo correspond à un voilier de 14 m de longueur pour une largeur de 2,50 m au maître-couple dont les fonds sont arrondis mais qui présente des extrémités élancées et symétriques, soit des formes similaires à la grande barque de pêche *Jules-Verne 9* mais avec des dimensions correspondant au navire *Jules-Verne 7*. Son tonnage est en outre estimé par Nucci et Orsini, par analogie avec les épaves *Jules-Verne 7* et *Ma'agan Mikhael*, à une douzaine de tonnes de port en lourd.

Concernant son origine et son espace de navigation, L. Basch souligne, à juste titre, qu'il n'y a aucune preuve que le navire ait été construit en Corse, là où il a été retrouvé. Il est fort probable, en effet, qu'avec des dimensions proches des navires *Jules-Verne 7* et *Ma'agan Mikhael* (cf. *supra*), ce navire ait été également capable d'effectuer une navigation de type

[546] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

hauturière. Ce navire pourrait donc aussi bien être d'origine grecque, étrusque ou même punique. Néanmoins ses caractéristiques architecturales l'inscrivent plus vraisemblablement, par analogie avec les précédentes épaves présentées dans le corpus, dans un contexte de tradition grecque archaïque[547].

F. Conclusion

Même si l'épave du Golo a été enregistrée en dehors de tout contexte archéologique permettant de la dater et d'en définir une origine et même si aucune ligature n'a été observée à l'époque de sa découverte, les nombreuses analogies de forme et de structure qu'elle présente avec l'épave *Jules-Verne 9*, de même que les assemblages de ses bordés au moyen de tenons et mortaises chevillés selon un système proche de celui mis en œuvre dans le navire *Jules-Verne 7*, permettent de l'inscrire dans la même famille architecturale issue des bateaux "cousus" de tradition grecque. Cette épave, relevant *a priori* de cette tradition, sera donc prise en compte dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉRÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave du Golo :

BASCH L.

1973, The Golo wreck and sidelights on other ancient ships culled from Admiral Paris' *Souvenirs de marine conservés*, *IJNA*, 2.2, p. 329-344.

NUCCI F. et ORSINI S.

2003, Informations nouvelles sur l'épave antique retrouvée près de Mariana, *Cahiers Corsica* 209-210, Bastia.

PÂRIS F.-E. (amiral)

1976 (réed.), *Souvenirs de marine conservés : collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus avec les éléments numériques nécessaires à leur construction*, Édition des 4 seigneurs, Grenoble, (1ère édition : 1892, Paris), Vol. V, pl. n°241.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 195-196.

POMEY P.

1970, *Recherches sur la Construction Navale à l'Époque Romaine*, Mémoire de maîtrise, sous la direction de G. C. Picard, Université Paris IV, non publié

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de l'assemblage par

[547] **Pomey 1997**.

ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

XX. L'élément de superstructure de l'épave 1 de Marsala (Sicile, milieu du III^e^ s. av. J.-C.)

L'épave 1 de Marsala trouve ici sa place dans le corpus d'épaves correspondant aux "bateaux cousus" de la construction navale antique méditerranéenne non pas en raison de sa structure, pour laquelle les assemblages utilisés ne font pas appel à la ligature, mais en raison d'une pièce de superstructure isolée sur laquelle des assemblages par ligatures végétales ont été retrouvés. Je présenterai donc globalement cette épave et m'attacherai surtout à présenter cette pièce de superstructure "cousue".

A. Présentation globale de l'épave[548]

L'épave 1 de Marsala se situe sur la côte ouest de la Sicile, devant l'ancien port punique de Lilybaeum, près de Marsala (fig. 38). Ce sont en fait deux épaves antiques, datées du milieu du III^e^ s. av. J.-C., qui ont été découvertes en 1969 entre 2 et 6 m de profondeur. Les fouilles conduites par Honor Frost de 1971 à 1976 ont permis d'identifier, pour la première fois, deux épaves de navires de guerre puniques.

De la première épave, seuls subsistaient l'arrière et le flanc gauche du navire sur environ 10 m de longueur et 3 m de largeur (fig. 85a). L'étude d'architecture navale conduite par Miss H. Frost a montré une structure de coque très semblable à celle des navires grecs ou romains constituée d'une charpente axiale, d'un bordé simple assemblé par tenons et mortaises chevillés et d'une membrure composée d'une alternance régulière de varangues et de demi-couples fixés au bordé au moyen de gournables traversées par des clous. Un important aileron de dérive venait par ailleurs doubler l'étambot à fort élancement et la carène était revêtue d'un doublage de plomb de protection. Ce système architectural relève donc d'un principe de construction « longitudinal sur bordé »[549] et les diverses phases de la construction du navire, faisant également appel à un procédé sur bordé, ont pu être très précisément étudiées grâce à la présence exceptionnelle de nombreuses marques de construction, utilisant l'alphabet phénico-punique, peintes sur la coque.

Les dimensions, restituées à 35 m de longueur sur 4,80 m de largeur environ, confèrent au navire des proportions très élancées en rapport avec l'hypothèse d'un bâtiment militaire destiné à la propulsion à rames (fig. 85b).

[548] **Frost (dir.) 1981** ; **Pomey 1997 (dir.)**, p. 172-173.
[549] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

B. Pièce de superstructure isolée avec des assemblages par ligatures[550]

L'élément qui nous intéresse ici est une pièce en noyer de section rectangulaire, d'une épaisseur mesurée d'environ 5,6 cm, avec les deux angles de sa partie inférieure chanfreinés (fig. 85c). Elle est conservée sur une longueur de 51,50 cm et présente deux types d'assemblage qui sont disposés en alternance sur toute sa hauteur. Il s'agit, à partir du haut de la pièce, de deux points d'assemblage par ligatures végétales, suivis par deux clous et à nouveau au moins un point de ligature au niveau de la partie fracturée de la pièce. Les points de ligatures sont réalisés avec des tresses végétales, en sparte ou en alfa[551] (d'un diam. moyen de 6 mm), passées dans des évidements cylindriques percés par paire dans l'épaisseur de la pièce et reliés, sur une des faces de la pièce, par une gorge destinée à recueillir la ligature afin que celle-ci ne soit en proéminence et ne s'use prématurément. En outre, les ligatures étaient tenues en place dans leur logement par des petites cales, vraisemblablement des chevilles de blocage. À la suite de ces deux points de ligature, les clous, en fer, ont été enfoncés à partir de la face de la pièce où se trouvent les gorges. Sur la face opposée, les ligatures sont arasées, indiquant que cette pièce était liée à un élément qui n'a pas été conservé. Cet élément devait, de la même façon, présenter des évidements cylindriques identiques pour le passage des ligatures et des chevilles de blocage ainsi qu'une même gorge creusée sur sa face externe, entre les couples d'évidements, pour la réception de la ligature. Sous les points de ligatures conservés, H. Frost a observé des signes d'usure, montrant que l'élément avec lequel était assemblée cette pièce a frotté contre le bois.

Concernant la fonction de cette pièce, rejetant l'hypothèse qu'il pouvait s'agir d'une dame de nage, H. Frost propose d'y voir une épontille disposée avec d'autres le long des flancs du navire de guerre et destinée à tenir en place les boucliers de protection (fig. 85d). Si cette hypothèse paraît séduisante pour un navire de guerre, il semble néanmoins que les petites dimensions de cette pièce de maintien, ainsi que l'épaisseur des tresses végétales d'assemblage, paraissent bien faibles pour soutenir un bouclier. Aussi, n'appartenant pas à l'évidence à une pièce de structure du navire, il me semble plus approprié de parler, de manière plus générale, d'une pièce de superstructure. C'est ainsi que je ferai référence, par la suite, à cette pièce.

C. Conclusion

[550] **Frost (dir.) 1981**, p. 260-262.

[551] En anglais, *« esparto grass »* est en effet un terme générique qui correspond aussi bien au sparte qu'à l'alfa. Malheureusement, l'appellation scientifique de ce végétal (*Lygeum spartum* L ou *Stipa tenacissima* L.) n'étant pas fournie dans la publication d'H. Frost, il est impossible de savoir de quelle graminée précise il s'agit.

L'épave 1 de Marsala, ainsi que l'épave 2, uniques en leur genre, apportent un témoignage précieux sur les techniques de construction des Carthaginois et sur les navires de guerre puniques. Mais c'est surtout la pièce de superstructure ligaturée qui nous intéresse ici. Ce système d'assemblage par ligatures internes, déjà entrevu sur l'épave *Jules-Verne 9* pour l'assemblage d'un couple de revers (cf. *supra*, p. 171-172 et fig. 74g), se retrouvera en effet par la suite sur une dizaine d'épaves, toutes découvertes en Méditerranée occidentale, pour l'assemblage de la membrure au bordé.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'étude architecturale et la pièce de superstructure isolée présentant des assemblages par ligatures de l'épave 1 de Marsala :

FROST H. (DIR.)
1981, Lilybaeum, *Notizie degli Scavi di Antichità*, série 8, suppl. au vol. 30 (1976), Academia Nazionale dei Lincei, Rome, p. 260-262.
The Marsala Punic warships, Internet : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm
PARKER A. J.
1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 262-264.
POMEY P. (DIR.), GIANFROTTA P. A., NIETO X et TCHERNIA A.
1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 172-173.

XXI. L'épave de La Tour Fondue (France, seconde moitié du III^e s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave de la Tour Fondue est localisée sur la commune de Hyères (Var) au sud-est de la presqu'île de Giens (fig. 38), au lieu dit « La Tour Fondue ». Au moment de sa découverte, elle reposait par 20 m de profondeur, profondément enfouie sous une strate de sable et des mattes de posidonies. L'épave a été déclarée en 1975 par M. Laugier, L. et P. Bruno ainsi que J.-P. Joncheray[552].

B. Sondage et fouille de l'épave[553]

Lors de la découverte de l'épave, J.-P. Joncheray a prélevé du matériel amphorique ainsi que des bois de la coque qui flottaient mais aucune véritable opération n'a eu lieu sur le site avant 1993. Durant ce laps de temps, le gisement, bien que profondément enfoui, a fait l'objet de nombreux pillages. L'opération qui s'est déroulée en 1993 sous la direction de B. Dangréaux a donc consisté en un sondage afin d'évaluer le potentiel encore exploitable du gisement. Les résultats du sondage étant concluants, B. Dangréaux a ensuite dirigé quatre campagnes de fouille sur l'épave, de 1994 à 1997. Les campagnes de 1994 et 1995 avaient pour objectif de dégager entièrement les vestiges de coque conservés tandis que la campagne de 1996 avait pour but de fouiller les abords immédiats de la coque afin de vérifier l'hypothèse d'un déversement de matériel. Enfin, la dernière campagne de fouille, en 1997, a porté uniquement sur l'étude fine des vestiges du navire avec trois points d'intérêt majeurs : l'ancre, le système d'assemblage par chevilles ligaturées de la membrure au bordé et l'enture de quille.

C. Matériel mis au jour et datation

Un ensemble de galets d'un poids total de 4 kg, et appartenant probablement au lest du navire, a été retrouvé dans la partie centrale des vestiges. Pour ce qui concerne le mobilier archéologique, le site ayant fait l'objet de pillages importants, le matériel retrouvé sur l'épave est relativement pauvre[554]. Deux types d'amphores ainsi qu'un peu de céramique ont

[552] **Joncheray 1989**, p. 135-137.
[553] **Joncheray 1989** ; **Dangréaux 1994 a** ; **1995 a** ; **1996 a** ; **1997 a** ; **2001**.
[554] **Joncheray 1989**, p. 137-141 ; **Long 1990**, p. 63-64 ; **Pomey, Long 1992**, p. 196 ; **Dangréaux 1997 a**, p. 90 ; **2000**, p. 1-2.

néanmoins été prélevés lors de la reconnaissance du site par J.-P. Joncheray et lors des fouilles dirigées plus tard par B. Dangréaux.

Concernant les amphores, leur nombre originel a été évalué par J.-P. Joncheray, d'après la densité des tessons, à une centaine d'exemplaires. Parmi ces exemplaires, deux types d'amphores ont été identifiés[555] : des amphores massaliètes de type Bertucchi 4 et quelques-unes de type 5 qui représentent, d'après Joncheray, 40 % des amphores du gisement, et des amphores greco-italiques de forme V ou VI, des types Magno-Grecques et Siciliotes définis par Ch. Vandermersch et qui représentent le type d'amphore le plus fréquent sur le gisement.

Concernant la céramique, aucune céramique fine n'a été découverte sur le site, si ce n'est un fragment de col d'*œnochoé* à anse bifide. La céramique commune a été, en revanche, découverte en plus grande quantité ; elle appartient pour l'essentiel à la production dite « à pâte claire massaliète » et est composée de coupes, de coupelles, d'un plat à poisson, d'un bol et d'un mortier.

Parmi le matériel mis au jour, on notera également la découverte d'un bloc concrétionné d'une vingtaine de monnaies qui appartenaient au gisement. Aucune information n'a pu être tirée pour le moment de ce lot qui est vraisemblablement toujours en cours de traitement.

C'est donc sur la base du mobilier que B. Dangréaux date le naufrage du navire de la seconde moitié du III^{e} s. av. J.-C., avec notamment, parmi la céramique à pâte claire massaliète, une coupelle de type Bats F 263 qui donne un *terminus post quem* au naufrage du navire de 250 av. J.-C. Franca Cibecchini, spécialiste des amphores gréco-italiques, confirme cette datation[556].

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Au moment de la découverte de l'épave, en 1975, quelques bois flottants, appartenant à la coque du navire, avaient été récupérés et étudiés à terre par J.-P. Joncheray[557]. Avec les fouilles, dirigées par B. Dangréaux sur le site, les vestiges de la coque ont été entièrement dégagés. Celle-ci a été conservée sur une longueur de 4,45 m et correspond à la partie centrale du navire avec un départ d'extrémité comprenant la quille, une partie du bordé et huit membrures (fig. 86a). L'épave est orientée est-ouest mais la détermination de la proue et de la poupe n'a pu être faite.

[555] **Long 1990**, p. 63-64 ; **Pomey, Long 1992**, p. 196-197 ; **Dangréaux 2000**, p. 1.
[556] **Cibecchini 2003**, p. 110.
[557] **Joncheray 1989**, p. 144-147.

L'étude architecturale de l'épave de La Tour Fondue a été réalisée par B. Dangréaux qui n'a présenté ses résultats que dans les bilans scientifiques du DRASSM[558] ainsi que dans un numéro de *Gallia Informations*[559]. Les rapports d'opération déposés dans les archives du DRASSM m'ont permis de compléter cette présentation globale de l'épave[560].

2. Présentation architecturale

L'épave de La Tour Fondue présente une quille composée de deux pièces, l'une débitée dans du chêne-vert et l'autre débitée dans du pin d'Alep, assemblées entre elles au moyen d'une enture en « trait de Jupiter » bloquée par un double jeu de clé horizontale et de cheville verticale traversant les deux pièces sur toute leur hauteur. Elle est de faible section avec une hauteur de 7,2 cm pour une largeur de 6,8 cm et présente une forme quadrangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure. Dans sa partie centrale, les joues de la quille sont planes et elles ne sont entaillées d'une râblure qu'à partir de ses extrémités (le départ de la râblure se situe entre M1 et V2 sur plan fig. 86a). Cette profonde râblure est d'abord ménagée dans la partie supérieure des joues de la quille (fig. 86b) et vient ensuite brutalement entailler directement les angles de la face supérieure de la quille, au niveau de ses extrémités (coupe BB, fig. 86c). Dans la partie centrale, le galbord est donc apposé directement contre les joues de la quille et détermine ainsi des fonds de carène légèrement anguleux (coupe AA, fig. 86c), tandis que vers les extrémités, il est inséré dans les râblures ménagées à cet effet afin de refermer la coque. Le galbord a été assemblé à la quille au moyen de languettes insérées dans des mortaises et tenues en place par des petites chevilles transversales. Les mortaises traversent entièrement la largeur de la quille et mesurent 4,5 à 5 cm de largeur pour une épaisseur de 7 à 8 mm et sont espacées de 6,5 à 7 cm. Les chevilles de blocage traversent également pratiquement toute la hauteur de la quille.

Le galbord, ainsi assemblé à la quille, présente une largeur de 14 cm et une épaisseur de 3 cm. Les autres virures présentent une même épaisseur pour une largeur de 10 cm pour le ribord et de 15 à 17 cm pour les autres virures de bordé. L'ensemble du bordé, réalisé en pin d'Alep, a également été assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés (fig. 86d). Comme sur les joues de la quille, les mortaises sont très profondes et traversent pratiquement les virures de part en part. Elles ont été disposées globalement en quinconce et sont généralement espacées de 11 à 15 cm. Les tenons (en chêne-vert) sont bien ajustés dans les mortaises. Ils sont plats, taillés en biseau aux extrémités et mesurent 14 cm de long, 5 cm de largeur et 7 à 8 mm d'épaisseur. Les chevilles de bordé, également en chêne-vert, sont cylindriques et mesurent 8 mm de diamètre. Les extrémités des virures sont liées par des

[558] **Dangréaux 1994 a** ; **1995 a** ; **1996 a** ; **1997 a** ; **2001**.
[559] **Dangréaux 2000**.
[560] **Dangréaux 1993** ; **1994 b** ; **1995 b** ; **1996 b** ; **1997 b**.

raccords en sifflet également assemblés par le même système de tenons et mortaises chevillés. Des petites entailles de 5 × 5 cm environ, observées sur l'intérieur du bordé, pourraient correspondre à des réparations avec le remplacement de languettes détériorées par des languettes neuves et bloquées à nouveau par le même système de chevilles transversales.

Le système de membrure présente l'alternance classique des couples et des demi-couples des navires antiques avec une maille de 40 cm. Les sections des membrures, réalisées en pin d'Alep, sont quadrangulaires (7 × 7,8 et 10 × 10 cm pour les varangues et 7 × 7 cm pour les demi-couples) et présentent, sur leur face inférieure, des trous d'anguiller de forme quadrangulaire. La courbure des varangues dans la partie centrale détermine également des fonds de carène légèrement anguleux (fig. 86e). Concernant la fixation de la membrure, B. Dangréaux avait d'abord noté, en 1994, que les membrures étaient assemblées au bordé au moyen de gournables avant d'observer, lors de la campagne menée en 1995, que les membrures présentaient un double chevillage relié par une gorge (fig. 86f). Dangréaux a alors envisagé, suite aux résultats révélés par les missions dendrochronologie et dendromorphologie menées par P. Pomey et F. Guibal sur les épaves du littoral méditerranéen des côtes de France[561], un système d'assemblage par ligatures et chevilles. Cette hypothèse s'est vue confirmée par la suite avec l'observation d'une même gorge, en correspondance du double chevillage, sur la face externe du bordé et un examen attentif a montré la présence d'une ligature que venait bloquer les chevilles enfoncées dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant (fig. 86g et fig. 86h). Le point d'assemblage est en fait réalisé de la manière suivante : une ligature végétale – dont le matériau n'a pas été identifié – est passée en boucle dans des évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant ainsi que dans des gorges creusées entre ces évidements sur le dos de la membrure et la face externe du bordé et est ensuite bloquée par des gournables en sapin. Une succession de points d'assemblage analogues assemblent ainsi l'ensemble de la membrure au bordé (fig. 86i).

Une pièce rectangulaire, longue de 1,10 m et de section quadrangulaire de 7 × 10 cm a été découverte dans la partie centrale du navire. Cette pièce passe sous les varangues et est notamment maintenue par la varangue V3 au moyen d'un assemblage à mi-bois. Dans la mesure où cette pièce passe sous les varangues, il ne peut s'agir ni d'une carlingue ni du massif d'emplanture et il faut probablement y voir un massif-mort destiné à renforcer la quille.

Parmi les éléments indéterminés, une planchette de faible section (7,5 × 0,6 cm), conservée sur une longueur de 28 cm, a également été découverte au sud des vestiges, au

[561] Cf. *infra*, p. 262, et note 613.

niveau de V2-M2 (fig. 86a). Des petites traverses sont visibles sur la planchette et lui sont assemblées par des liens (fig. 86j). La fonction de cette pièce n'a pu être déterminée, et sans doute appartenait-elle à un élément de superstructure ou d'aménagement du navire.

3. Équipement du navire[562]

Parmi l'équipement du navire, une ancre a été retrouvée dans la partie ouest du gisement ainsi qu'une rame, découverte immédiatement au sud de la coque (fig. 86a). Il s'agit d'une ancre à un bras, dont il ne reste que le bras et la verge, comme celle découverte sur l'épave *Ma'agan Mikhael*. Le jas n'a pas été retrouvé, mais il s'agit peut-être de l'un de ceux remonté en surface par J.-P. Joncheray lors de la découverte de l'épave[563]. La rame correspond à une pièce cylindrique conservée sur une longueur de 1,66 m avec un diamètre qui diminue régulièrement (de 9 à 6 cm) et qui présente à son extrémité une poignée de préhension permettant une prise à deux mains.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire de La Tour Fondue

Le système architectural du navire antique naufragé à La Tour Fondue se définit par une quille de faible section et dont les joues sont entaillées de râblures au niveau des extrémités pour l'insertion du galbord ; l'ensemble quille-galbord, de même que l'ensemble du bordé assemblé à franc-bord, est lié au moyen de tenons et mortaises chevillés tandis que la membrure, constituée d'une alternance de couples et de demi-couples de section rectangulaire, est fixée au bordé au moyen de points de ligatures passées en boucles et à mi-bois dans la hauteur des membrures et du bordé correspondant et bloquées par des gournables. Ce système architectural, dans lequel le bordé, assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, joue un rôle de structure portante et dominante, et où la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, renvoie au principe de construction classique « sur bordé »[564]. À ce principe de construction sont associées des méthodes de construction également « sur bordé » avec un montage du bordé dans un premier temps et une insertion de la membrure dans un second temps comme le montrent le façonnage des varangues adaptées à la courbure du bordé ainsi que les gournables de blocage des ligatures de la membrure qui recoupent des points d'assemblage par tenons et mortaises du bordé[565].

[562] **Dangréaux 2001**, p. 58.
[563] **Joncheray 1989**, p. 141-143.
[564] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[565] **Dangréaux 1997 b**, p. 5.

F. Type du navire *La Tour Fondue*, espace de navigation et origine

La disposition du galbord contre les joues de la quille ainsi que la courbure des varangues dans la partie centrale déterminent un navire aux fonds de carène légèrement anguleux. Les faibles dimensions de l'échantillonnage des pièces du navire déterminent par ailleurs une embarcation de faible dimension, estimée à 8 ou 10 m de longueur[566], et de tonnage modeste. Ce navire était manœuvré à la rame, comme le prouve le fragment d'aviron mis au jour, ce qui ne devait sans doute pas empêcher la présence d'une voile d'appoint, bien que le massif d'emplanture n'ait pas été retrouvé.

Concernant l'espace de navigation et l'origine du navire, le mobilier retrouvé sur l'épave témoigne vraisemblablement, selon P. Pomey et L. Long, d'un commerce de cabotage et de redistribution des amphores gréco-italiques, probablement d'origine magno-grecque, associée à la commercialisation du vin du territoire de Marseille qui alimentait certainement les populations littorales depuis la cité phocéenne[567]. Toujours d'après eux, ce navire pourrait également cependant annoncer l'émergence du vignoble d'Italie du sud et préfigurer les grandes importations d'amphores gréco-italiques de la fin du III^e^ et du début du II^e^ s. av. J.-C.

F. Cibecchini, qui a travaillé dernièrement sur cette question, estime qu'il s'agit bien d'un navire d'origine massaliète qui effectuait un commerce de redistribution le long du littoral[568]. C'est donc bien dans un contexte grec hellénistique qu'il faut situer ce petit navire de cabotage dont l'espace de navigation est limité à l'espace côtier du bassin nord-occidentale de la Méditerranée.

G. Conclusion

D'une importance capitale sur le plan du commerce maritime pour une période aussi mal connue que le III^e^ s. av. J.-C., l'épave de La Tour Fondue est aussi essentielle sur le plan de la construction navale antique. Assemblée classiquement par tenons et mortaises chevillées pour son bordé, elle présente en revanche un système d'assemblage original par ligatures internes bloquées par des gournables pour la fixation de sa membrure au bordé. Ce système inédit dans la construction navale gréco-romaine se retrouvera cependant par la suite sur une dizaine d'épaves datées un peu plus tardivement, du I^er^ s. av. au I^er^ s. apr. J.-C. (cf. *infra*).

[566] **Dangréaux 2000**, p. 1.
[567] **Pomey, Long 1992**, p. 197.
[568] **Cibecchini 2003**, p. 110.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *La Tour Fondue* :

CIBECCHINI F.

2003, *I relitti subacquei dell'Etruria come fonte documentaria per lo studio del commercio marittimo. Traffici e scambi nel Mediterraneo Occidentale dal III sec. a.C. alla fine della republica*, 6) Tour Fondue (Hyères, Var), Tesi di Dottorato, Università di Pisa, p. 109-110.

DANGRÉAUX B.

1993, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de sondage 1993*, archives DRASSM, non publié.

1994 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 44-45.

1994 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1994*, archives DRASSM, non publié.

1995 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1994*, Ministère de la Culture, Paris, p. 47.

1995 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1995*, archives DRASSM, non publié.

1996 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 51-52.

1996 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1996*, archives DRASSM, non publié.

1997 a, Presqu'île de Giens, épave de la *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 89-90.

1997 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1997*, archives DRASSM, non publié.

2000, Tour Fondue, *Gallia Informations 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, CNRS Editions, Paris, support CDRom.

2001, La Tour Fondue : épave *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASSM 1997*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 57-59.

JONCHERAY J.-P.

1989, L'épave grecque de la Tour Fondue, *CAS*, VII, p. 135-148.

LONG L.

1990, Amphores massaliètes : objets isolées et gisements sous-marins du littoral français méditerranéen, dans Bats M. (dir.) 1990, *Les amphores de Marseille grecque. Chronologie et diffusion* (études massaliètes 2), p. 63-64.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 432.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P. et LONG L.

1992, Les premiers échanges maritimes du Midi de la Gaule du VIe au IIIe s. av. J.-C. à travers les épaves, dans Bats M., Bertucchi G. Congès G. et Trézigny H. (dir.) 1992, *Marseille grecque et la Gaule, Actes du Colloque international d'Histoire et d'Archéologie et du V^e^ Congrès archéologique de Gaule méridionale, Marseille, nov. 1990* (études massaliètes, 3), Éditions ADAM (Lattes) et Université de Provence (Aix), Gap, p. 196-197.

XXII. L'épave de Ljubljana (Slovénie, seconde moitié du II^{e} s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

La région de Ljubljana se situe en Istrie, au nord de la mer Adriatique, très exactement dans la vallée de la Save, au pied des Alpes Juliennes (actuelle Slovénie) (fig. 38). Dans l'Antiquité, cette région était une zone de marais traversée par deux cours d'eau importants : la Save et la Ljubljanica. Si la Save, en tant qu'affluent du Danube, permettait de relier le bassin de Ljubljana à la mer Noire, la Ljubljanica est en revanche un cours d'eau local mais qui fut durant des siècles la principale voie d'eau de liaison à travers les marais de la région de Ljubljana. C'est au cours de travaux de dragage, entre la rivière Ljubljanica et la route située entre Črna vas et Podpeć, que l'épave de Ljubljana a été mise au jour en 1890 (fig. 87a). La découverte fut immédiatement signalée au responsable du musée régional, Alfons Müllner, qui prit les mesures nécessaires pour la conservation des vestiges du navire[569].

B. Fouille de l'épave

Suite à la découverte de l'épave, une fouille fut organisée la même année par A. Müllner[570]. L'embarcation reposait alors, quasiment complète, dans une couche de craie glaiseuse et l'intérieur de l'épave était rempli d'une couche organique d'environ 30 cm d'épaisseur à laquelle était superposée une couche de tourbe d'environ 45 cm d'épaisseur. Aucune cargaison, ni aucun matériel n'a été retrouvé en association avec l'épave et A. Gaspari pense que l'embarcation, qui devait naviguer dans les méandres de la rivière Ljubljanica ainsi qu'à travers les plaines souvent inondées de la région de Ljubljana, a dû être abandonnée dans une branche morte du lit de la Ljubljanica ou dans une proche région inondée. Le bateau se serait alors enfoncé dans le sol du lit de la rivière ou du bassin où il aurait été recouvert d'une couche organique le préservant ainsi de toute destruction.

À la suite des opérations menées sur l'épave de Ljubljana, de nombreux fragments du bateau (110 au total) ont été récupérés et transportés dans les dépôts du musée régional, aujourd'hui musée national de Slovénie, à Ljubljana.

C. Datation[571]

[569] **Gaspari 1998 b**, p. 222.
[570] **Gaspari 1998 b**, p. 222-223.
[571] **Gaspari 1998 b**, p. 223 ; **Salemke 1973**, p. 23.

En l'absence de marqueur chronologique, A. Müllner pense que l'embarcation, retrouvée dans une couche de craie glaiseuse, avait dû naviguer à une période où un lac existait et qu'elle fut abandonnée et recouverte par les sédiments avant que le lac ne devienne marécageux. Il situe le passage du lac au marécage et à la formation de la tourbe à la période comprise entre 500 et 100 av. J.-C. Il associe donc le bateau de Ljubljana au commerce étrusque qui eut lieu entre 900 et 400 av. J.-C. entre l'Italie et l'Est. G. Salemke a également attribué la barge de Ljubljana à l'Âge du Fer. La datation du bateau a finalement été précisée par les analyses radiocarbones effectuées en 1986 sur des échantillons de bordage et de membrure de l'épave. Les résultats de l'analyse ont donné une datation située vers le début-milieu du II^{e} s. av. J.-C., ce qui signifie que le navire de Ljubljana a dû naviguer durant la seconde moitié du II^{e} s. av. J.-C., au moment de la conquête de l'Istrie par les Romains.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

L'épave de Ljubljana, on l'a vu, a été retrouvée, pratiquement complète, dans un état de conservation remarquable grâce à la couche de craie glaiseuse dans laquelle elle reposait (fig. 87a). Concernant l'étude de la coque, A. Müllner a enregistré, lors des fouilles menées à la fin du XIX^{e} s., une documentation complète comprenant des descriptions, des croquis du lieu de la découverte ainsi que des dessins et des photographies du navire[572]. Une maquette de l'épave au 1/10^{e} a également été réalisée[573] (fig. 87b). Dernièrement, Andrej Gaspari (Département d'archéologie, faculté des arts, de l'Université de Ljubljana) a repris l'étude de tous ces documents et a publié ses résultats dans deux revues d'archéologie slovène ainsi que dans une publication du musée de Mayence (Allemagne)[574]. Un de ses collaborateurs, Snježana Karinja, a par ailleurs récemment publié les relevés de l'ensemble des pièces conservées au musée national de Slovénie[575]. C'est notamment sur l'article dans lequel Gaspari publie les dessins et les photographies de Müllner que je me suis appuyée pour ma présentation et mon analyse du bateau de Ljubljana[576]. Je me suis également référée à un article de G. Salemke dans lequel une coupe axonométrique du bateau est présentée[577].

[572] **Müllner 1890 a** ; **1890 b** ; **1892 a** ; **1892 b** ; **1894** ; **1897** ; **1900** et **1909**.
[573] D'après A. Gaspari, cette maquette est d'une grande précision mais certains détails (comme par exemple les virures de bouchain et les assemblages des virures de bordé) ont néanmoins été modifiés par l'auteur de la maquette certainement pour en simplifier la réalisation (cf. **Gaspari 1998 b**, p. 223).
[574] **Gaspari 1998 a** ; **1998 b** ; **1998 c**.
[575] **Karinja 1998**.
[576] **Gaspari 1998 b**.
[577] **Salemke 1973**.

2. Présentation architecturale

L'épave découverte à Ljubljana montre un bateau long de 30 m, pour une largeur de 4,80 m et une hauteur de 0,60 m, qui présente une forme symétrique, longue et ovale avec les extrémités tronquées (fig. 87c). Il est par ailleurs dépourvu de quille, d'étrave et d'étambot et présente un fond plat avec des flancs bas inclinés vers l'extérieur aux extrémités. On se trouve donc en présence d'un système architectural complètement différent de ce que l'on a pu voir jusqu'à présent. Cette embarcation s'inscrit effectivement dans les types de bateaux que l'on appelle « barge » ou « chaland » et qui ont la particularité d'être construits sur sole (cf. *infra*, E.). Les termes techniques pour décrire ces bateaux sont donc complètement différents des termes d'architecture utilisés jusqu'à présent dans ce corpus pour la construction navale antique méditerranéenne. On parlera donc, selon le glossaire de B. Arnold[578] :

- de « râbles » pour les pièces de membrure placées transversalement sur le fond et reliant exclusivement les bordages du fond entre eux. Elles sont également appelées varangues plates ;
- de « courbes » pour les pièces de membrure qui relient d'une part les bordages du fond entre eux et, d'autre part ceux de l'un des flancs ;
- de « levées » d'extrémités pour les murailles basses et inclinées situées à la proue et à la poupe ;
- et de « virures, ou bordages de bouchain » pour les virures assurant le passage entre le fond et les flancs. Le bouchain est dit « composé » lorsque ce dernier est constitué de deux planches assemblées ensemble.

Concernant l'orientation du bateau, la proue et la poupe du navire étant construites de manière similaire – elles présentent simplement des levées d'extrémité – il est impossible de distinguer l'avant de l'arrière. A. Gaspari propose cependant de distinguer la proue de la poupe en s'appuyant sur l'espace plus large réservé, selon lui, au timonier à la poupe du navire[579]. On remarque effectivement, sur le relevé, trois serres qui traversent longitudinalement l'embarcation avec, sur une des extrémités, un écart plus grand entre les serres qu'à l'autre extrémité du bateau (à droite sur la fig. 87c). Bien que cette considération paraisse être un indice faible pour différencier l'avant de l'arrière, je me rallierai – par souci de commodité – à cette orientation et parlerai ainsi de la proue pour l'extrémité située à gauche sur le plan et de la poupe, pour l'extrémité située à droite.

Le bordé du navire, entièrement construit en épicéa, est composé de bordages de 20 m de longueur maximale, pour une largeur de 30 à 35 cm et une épaisseur de 3,5 cm entièrement assemblés à franc-bord au moyen de ligatures selon le système suivant. Des liens en fibres

[578] Cf. **Arnold 1992 a** et **b**.
[579] **Gaspari 1998 b**, p. 223.

végétales sont passés à travers de petits évidements circulaires ménagés de part en part le long des bords des virures, tous les 8 à 10 cm. Les canaux, dans lesquels passent les ligatures, ont été percés de manière décalée sur les bords des virures, de sorte que les ligatures qui assemblent les bordages forment un dessin en zigzag (fig. 87d). Des petites chevilles bloquent ensuite les liens dans leur passage et assurent en même temps l'étanchéité du système. L'étanchéité de l'assemblage est également obtenue par une bande de tissus – ou rouleau d'étanchéité – placée sur la jointure des planches et enserrée par les ligatures (fig. 87e). Les extrémités des bordages, liés par des écarts en biseau, ont été assemblées selon le même système d'assemblage par ligatures (fig. 87c). Pour le maintien des bordés en place, afin d'exécuter la phase d'assemblage par ligatures, seuls les bordages des flancs auraient été maintenus en place, selon A. Gaspari, par des chevilles en bois insérées dans des entailles percées dans le can des virures[580].

Le passage entre le fond plat et les flancs est assuré par des bordages de bouchain de transition monoxyles, selon un angle d'ouverture de 30° (fig. 87e). Ces virures de bouchain qui assurent le passage du fond plat aux flancs sont typiques des embarcations gallo-romaines de tradition celtique et trouvent leur origine, d'après B. Arnold, dans les pirogues monoxyles[581]. Cependant, à l'inverse des bateaux gallo-romains de tradition celtique, les virures de bouchain n'assurent pas ici à elles seules la rigidité longitudinale de la coque qui est également garantie par l'assemblage au moyen de ligatures de l'ensemble du bordé.

Le système de membrure est composé de longues varangues plates, ou râbles, disposées à intervalles réguliers, tous les 60 cm, sur le fond plat de l'embarcation et avec, intercalées entre ces râbles, des courbes qui viennent renforcer transversalement la carène et assurer le soutient des flancs avec le fond (fig. 87e). Les râbles, débitées dans du chêne, de l'orme et du frêne, ont un profil rectangulaire avec une largeur de 12 cm et une hauteur de 10 cm et présentent, sur leur face inférieure, des évidements de forme rectangulaire destinés au passage des rouleaux d'étanchéité du bordé (fig. 87d). Elles sont assemblées au bordé au moyen de gournables en sapin et en hêtre de 18 mm de diamètre, à raison de deux gournables par virure. Les clous de fixation des serres à la membrure (cf. *infra*), en traversant également l'épaisseur du bordé sur la face externe duquel leur pointe est rabattue, renforcent également l'assemblage de la membrure au bordé. Les courbes, qui soutiennent les flancs de l'embarcation, épousent parfaitement la courbure des bordages du bouchain et présentent ainsi une forme en L très ouverte (fig. 87e). De même que les râbles, les courbes, débitées dans du chêne, présentent un profil rectangulaire, avec des ouvertures à la base pour le passage des rouleaux d'étanchéité, et sont assemblées au bordé au moyen de gournables.

[580] Ces indications sont données par **Gaspari 1998 b**, p. 223 mais ces tenons ne sont représentés sur aucun des relevés qu'il présente dans son article (qui sont en fait les dessins de A. Müllner) ni sur la coupe axonométrique de **Salemke 1973**.
[581] **Arnold 1992 a** et **b**.

Concernant la charpenterie interne, trois longues serres, courant d'une extrémité à l'autre du chaland, renforcent longitudinalement la carène (fig. 87c et fig. 87e). Débitées dans du frêne, elles mesurent 20 cm de large pour une épaisseur de 5 cm et sont encastrées sur les râbles auxquelles elles sont fixées au moyen de chevilles et de clous à raison, pour chaque râble, d'un clou encadré par deux chevilles. Le clou est enfoncé de l'intérieur vers l'extérieur traversant à la fois la serre et la membrure et à la fois le bordé, sur la face externe duquel sa pointe est rabattue (fig. 87d). Les deux chevilles, situées de part et d'autre de chaque clou, traversaient seulement les serres et la hauteur des membrures. On a donc là un double système – assez singulier – d'assemblage des serres à la membrure par clous et chevilles renforçant à la fois la structure longitudinale du navire et l'assemblage de la membrure au bordé. En plus des trois serres, une quatrième planche en frêne, courant tout le long du navire, est posée sur la membrure au point de jonction des râbles avec les courbes (fig. 87c et fig. 87e). Il s'agit d'une serre d'empature dont la fonction est également de renforcer longitudinalement la carène et qui pouvait également servir de coursive pour se déplacer de la proue à la poupe du bateau. Cette serre est, contrairement aux autres, simplement chevillée aux râbles et aux courbes à raison de deux chevilles pour les râbles et d'une seule pour les courbes (fig. 87c et fig. 87e).

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du bateau de Ljubljana

Le système architectural de l'embarcation de Ljubljana se définit par une sole et des bouchains monoxyles de transition. Le bordé est entièrement assemblé à franc-bord par un système de ligatures longitudinales passées au travers de canaux percés le long des bords des virures et pour lequel système, l'étanchéité est assurée par un tissu disposé sur les joints de virures avant le ligaturage ainsi que par des petites chevilles insérées dans les canaux de passage des ligatures. Seuls les bordages des flancs ont vraisemblablement été maintenus, au moment du montage, par des chevilles insérées dans leurs cans. Le passage entre le fond plat et les flancs est assuré par une virure de bouchain monoxyle qui garantit, en outre, la rigidité longitudinale de la coque, également assurée par l'assemblage solide et régulier des bordés entre eux. À ce bordé, est associée une membrure composée de râbles disposées à intervalles réguliers, tous les 60 cm, et entre lesquelles sont intercalées des courbes, qui assurent le soutien des flancs avec le fond. L'ensemble de la membrure est fixé au bordé au moyen de gournables et les clous de fixation des serres sur le dos des membrures viennent également renforcer l'assemblage des râbles au bordé. Les serres, au nombre de quatre, renforcent longitudinalement la carène et sont fixées à la membrure également au moyen de chevilles, en plus des clous. Ce système architectural, dans lequel « le fond plat constitue un tout servant de

point de référence à la construction »[582], relève donc d'un principe de construction « sur sole ». Selon ce principe, les différentes phases de montage du bateau peuvent être restituées à grands traits de la manière suivante[583] : la totalité du bordé a été construite en premier, le passage entre le fond plat et les flancs étant assuré par les virures de bouchain composées, présentant une section transversale en forme de L très ouvert. Après le montage du bordé, la membrure, constituée de longues varangues plates – ou râbles – et de courbes, a ensuite été placée à l'intérieur de la carène. Les râbles prennent place sur le fond plat du chaland et les courbes, taillées en forme de L très ouverts, sont placées entre ces membrures, à cheval sur le fond et les flancs. Dans un dernier temps, les serres, destinées à renforcer la structure longitudinale du bateau, ont été encastrées sur la membrure et assemblées à celle-ci au moyen de clous et de chevilles.

La barge de Ljubljana, par ses virures de bouchain notamment et ses levées aux extrémités, se rapproche donc des embarcations à fond plat dites "gallo-romaines de tradition celtique"[584] ou "romano-celtique"[585]. Dans les deux cas, les termes de "celtique" et de "romain" font référence, pour le premier terme, à la distribution spatiale de ces bateaux, que l'on retrouve principalement dans les régions occupées par les populations de langue celte, et pour le deuxième terme, à la distribution temporelle de ces embarcations datées du I^{er} au IV^{e} s. apr. J.-C.[586]. Ces bateaux " romano-celtiques" constituent un ensemble tout à fait particulier dans la construction navale antique et a été reconnu pour la première fois en 1967 par P. Marsden avec l'épave *Blackfriars 1*[587]. Cet ensemble de navires, qui se distingue de la construction navale méditerranéenne classique et de la construction scandinave, possède des particularités propres que D. Ellmers, S. McGrail, B. Arnold et É. Rieth ont essayé de définir[588]. Nous retiendrons ici les grandes caractéristiques données par B. Arnold pour distinguer ces embarcations de tradition romano-celtique[589]. Ces caractéristiques sont au nombre de quatre :

- bordages du fond massif, en chêne, assemblés pour le fond à franc-bord et habituellement sans liaison directe entre eux ;
- membrure forte, fixée à la coque au moyen de nombreux clous de liaison de grande taille ;
- coque rendue étanche par un calfatage souvent massif à base de mousse, maintenu par des milliers de petits clous à tête plate ;
- emplanture de mât transversale située nettement en avant du centre de l'embarcation.

[582] **Arnold 1992 b**, p. 73.
[583] Le bateau de Ljubljana n'a pas fait l'objet d'une étude détaillée des phases de construction qui ont procédé au montage de ses différents éléments.
[584] **Arnold 1992 a** et **b** ; **1998**.
[585] **McGrail 1981** ; **1995 b** ; **2004**.
[586] L'utilisation de ces deux termes est justifiée notamment dans **McGrail 1995 b** et **Arnold 1998**.
[587] **Marsden 1967**.
[588] **Ellmers 1971** ; **McGrail 1995 b** et **2004**, p. 45 et 48 ; **Arnold 1992** et **1998** ; **Rieth 1981** et **1985** ; **Pomey, Rieth à paraître**, p. 161-164 de leur manuscrit.
[589] **Arnold 1998**, p. 74.

Par ailleurs, il est possible de distinguer, au sein de cet ensemble, deux sous-ensembles de bateaux :

- Les bateaux à fond plat et bordages de transition (bouchains) représentés par les épaves de Zwammerdam (Pays-Bas), Bevaix (Neuchâtel, Suisse), et *Pommeroeul 1* et *2* (Belgique)[590]. Il s'agit d'embarcations de type fluvio-lacustre ;
- Les bateaux à système axial avec quille ou quille plate représentés par les épaves de Blackfriars (Londres), et Guernesey (St-Peter Port)[591]. Il s'agit de bateaux de type fluvio-maritime.

C'est incontestablement du premier sous-ensemble que se rapproche le chaland de Ljubljana. Ce groupe de bateau est en effet caractérisé par un fond plat et des bordages de bouchain qui présentent une section en forme de L ou de C qui constituent un passage direct du fond plat aux flancs verticaux et assurent la rigidité du bateau. De plus, si l'on se réfère à la typologie de B. Arnold qui détermine la forme des navires à fond plat en fonction du nombre de bordage par bouchain, la barque de Ljubljana s'inscrirait, avec ses trois éléments de bordage, comme étant une « embarcation polygonale de type octogonal » [592]. Ce qui la rapproche de la barge gallo-romaine de Zwammerdam 4 datée du I^{er} s. apr. J.-C.

Néanmoins, si le chaland de Ljubljana présente globalement le même système architectural que ces bateaux, ses caractéristiques et notamment ses techniques d'assemblage nous amènent cependant à bien le séparer des navires de tradition romano-celtique. Les bordages du bateau de Ljubljana, débitées dans des planches non pas de chêne mais d'épicéa, sont en effet assemblés solidement et régulièrement entre eux au moyen de ligatures. La rigidité de l'ensemble de l'embarcation n'est donc pas obtenue par une membrure massive fixée au bordé au moyen de nombreux clous ni seulement par les virures de bouchain composés (comme c'est le cas pour les embarcations de tradition romano-celtique), mais aussi par les nombreuses ligatures fixant les bordages les uns aux autres. Par ailleurs, l'assemblage des planches de bordé entre elles interdit, on l'a vu dans les phases de construction décrites précédemment, toute pré-érection d'éléments de membrure. Enfin, le chaland de Ljubljana est dépourvu de massif d'emplanture. De ce fait, si le système architectural du bateau de Ljubljana fait référence au monde "celtique", sa construction est en revanche d'influence méditerranéenne. C'est pourquoi cette épave trouve ici sa place, dans le corpus des bateaux "cousus" de Méditerranée antique[593].

[590] Pour les navires de Bevaix, cf. **Arnold 1992 a** ; pour les navires de Zwammerdam, cf. **Weerd 1988** et pour les navires de Pommeourol, cf. **Terfe 1992** et **1998**.
[591] Pour les épaves de Blackfriars, cf. **Marsden 1994** ; pour le navire de St-Peter Port, cf. **Rule 1990**.
[592] **Arnold 1992 b**, p. 73-85.
[593] Cf. notamment l'article de **Weerd 1988** qui montre les similitudes du chaland de Ljubljana avec les embarcations gallo-romaines de Zwammerdam mais le sépare néanmoins bien de ces constructions en le raccrochant à la construction navale de tradition méditerranéenne. S. Karinja pense également que le bateau de Ljubljana est issu de la tradition de construction navale méditerranéenne (cf. **Karinja 1998**, p. 97).

F. Type du navire de Ljubljana, espace de navigation et origine

On l'a vu, l'épave de Ljubljana correspond à un chaland, ou une barge, de 30 m de long, 4,80 m de largeur et 0,60 m de hauteur, soit un coefficient d'allongement très prononcé de 6,25 et un coefficient de hauteur également important, de 8. Ce chaland présente par ailleurs une forme symétrique, longue et ovale avec les extrémités tronquées. Son tirant d'eau maximum est estimé à 40 cm et sa capacité de charge à 40 t. environ[594]. Ses caractéristiques en font donc une embarcation parfaitement adaptée à la navigation intérieure et particulièrement aux marais et aux nombreux cours d'eau qui caractérisent le bassin de Ljubljana[595]. Vraisemblablement d'origine locale, son espace de navigation est donc de type fluvial et lacustre. Concernant la mise en mouvement du chaland, aucune pièce ni vestige, en relation avec un massif d'emplanture ou un quelconque gréement n'a été retrouvé sur l'épave. Aussi, A. Gaspari, qui a étudié l'épave et le contexte de navigation du chaland[596], propose-t-il une mise en mouvement de l'embarcation à l'aide d'un cordage actionné à partir de la rive, c'est-à-dire par halage[597]. Son hypothèse s'appuie sur l'absence de massif d'emplanture mais également sur la découverte d'une pièce en chêne qui présente une partie rehaussée dans laquelle deux trous ont été percés (fig. 87f). L'identification de cette pièce est incertaine, mais d'après l'auteur, elle est sûrement à mettre en relation avec les manœuvres de cordage (pour l'amarrage ou le halage). Par ailleurs, toujours selon A. Gaspari, si un espace était réservé à la poupe pour le timonier comme il le pense, cela impliquerait qu'une rame-gouvernail ait été utilisée pour la navigation à travers les courants de la Ljubljanica[598]. On aurait donc une embarcation hâlée à partir de la rive à l'aide de cordages et qui posséderait une rame-gouvernail pour mieux l'orienter. L'hypothèse de A. Gaspari est tout à fait vraisemblable. La pratique du halage, imposée notamment par l'existence de méandres sur une rivière et par la prédominance de vents contraires a en effet été largement utilisée durant l'Antiquité[599]. Cette pratique, bien documentée pour le Tibre[600], est notamment utilisée pour tous les fleuves et cours d'eau qui ne pouvaient être remontés par d'autres moyens, telle que la voile. Selon A. Gaspari, c'est le cas de la Ljubljanica qui se caractérise comme étant une rivière agitée par de nombreux courants. Cette technique suppose néanmoins un aménagement particulier dont il n'a été retrouvé aucune trace sur ce chaland. Il s'agit d'un mât, fortement haubané et qui est placé au tiers avant de l'embarcation et auquel est fixé un câble[601]. La pièce percée de deux trous dont nous parle A. Gaspari faisait peut-être partie de ce dispositif. Néanmoins, la structure du bateau de Ljubljana avec son fond plat, ses flancs évasés, son faible tirant d'eau

[594] **Gaspari 1998 b**, p. 224.
[595] **Gaspari 1998 b**.
[596] **Gaspari 2003**.
[597] **Gaspari 1998 b**, p. 223.
[598] **Gaspari 1998 b**, p. 223.
[599] **Rieth 1998 a**, p. 106-109.
[600] **Le Gall 1953**, p. 257-258 ; **Pomey (dir.) 1997**, p. 130.
[601] **Le Gall 1953**, p. 258 ; **Rieth 1998 a**, p. 106-107.

et sa hauteur réduite de coque, correspond également aux embarcations fluviales qui pouvaient être mises en mouvement à l'aide d'une perche, c'est-à-dire propulsées par appui au sol, ou à l'aide de rames. Pour la propulsion à l'aide d'une perche, qui était, d'après F. de Izarra, l'instrument de propulsion par excellence des embarcations fluviales gallo-romaines, des aménagements particuliers étaient quelquefois prévus sur les bateaux par les charpentiers afin de faciliter la manœuvre de la perche[602]. C'est le cas sur l'un des deux chalands de Pommeroeul[603] qui possèdent un plat-bord formant une coursive sur lequel le batelier circulait de la proue à la poupe. Cette coursive peut être comparée à la serre d'empature du chaland de Ljubljana qui a pu également servir à la mise en mouvement du bateau à l'aide d'une perche, selon une méthode dite « perche en allant » dans laquelle « le marinier coince le haut de la perche contre son épaule, la maintient fermement avec ses deux mains et marche sur le fond du bateau ou en abord, sur un passe-avant »[604]. Mais la perche n'est jamais le mode de propulsion premier des embarcations et sert généralement d'appoint aux autres modes de propulsion[605]. Cet autre moyen de propulsion a pu être la rame, sans que l'on retrouve non plus aucune trace archéologique de cet emploi. En outre, la propulsion au moyen d'une perche était surtout utilisée sur les embarcations de faible importance[606]. Finalement, l'hypothèse qui demeure la plus vraisemblable, concernant la mise en mouvement du chaland de Ljubljana, est bien la technique du halage à partir des rives du cours d'eau.

La fonction de ce chaland, dont le tonnage est estimé à 40 t., était certainement de transporter des marchandises. Selon A. Gaspari, ce chaland a plus précisément certainement été utilisé comme bateau militaire, lors de la conquête romaine des régions du Danube, pour le transport de marchandises de Vrhnika à Zalog – donc exclusivement sur la rivière Ljubljanica – où la cargaison était alors transférée sur des embarcations plus petites, plus adaptées à la navigation à travers les courants agités de la rivière Save[607]. Selon A. Gaspari, ce type d'embarcation correspondrait tout à fait à la description du *pontonium* donnée par Isidore de Séville (*Etymologiae*, 19, 1, 24) que ce dernier définit comme étant le terme romain pour désigner un bateau en bois peu profond avec un fond plat et un faible tirant d'eau, destiné au transport de marchandises[608]. Cependant, Isidore de Séville écrit au VI^{e} s., et si l'on se réfère à l'ouvrage de F. de Izarra, le sens du mot *pontonium* a vraisemblablement changé entre le I^{er} s. av. J.-C. et le VI^{e} s. apr. J.-C. et désignait plutôt, lorsque le terme est employé pour la première fois par César, un bateau de mer gaulois d'une grande capacité de charge[609]. P.-M. Duval définit également, à partir de la mosaïque d'*Althiburus*, le *ponto* comme étant un

[602] **Izarra 1993**, p. 161.
[603] Les chalands de Pommerœul sont des bateaux gallo-romains datés des I^{er}- II^{e} s. apr. J.-C. qui ont été découverts en Belgique (cf. **Terfe 1992** ; **1998**).
[604] **Rieth 1998 a**, p. 105.
[605] **Rieth 1998 a**, p. 103-105.
[606] **Izarra 1993**, p. 159.
[607] **Gaspari 1998 b**, p. 224.
[608] **Gaspari 1998 b**, p. 223.
[609] **Izarra 1993**, p. 115-116.

« grand voilier de commerce »[610]. On ne retiendra donc pas la proposition de A. Gaspari concernant le nom de cette embarcation. Dans tous les cas, et quel que fut le statut exact qu'ait pu revêtir le chaland de Ljubljana – bateau militaire ou bateau de commerce – sa taille et sa capacité de chargement suggèrent une circulation active par rivière d'une grande quantité de biens entre le Nord de l'Italie et les régions alpines de l'Est durant le II^{e} s. av. J.-C.

G. Conclusion

La découverte d'une embarcation dans les marais de la région de Ljubljana témoigne ainsi de l'intensité du trafic de cette zone durant l'Antiquité, au moment de la conquête de l'Istrie par les Romains. Cette nouvelle épave, au sein du corpus de bateaux "cousus" de la Méditerranée antique, révèle par ailleurs un nouveau système architectural se rapportant à un principe de construction sur sole. Caractéristique de la construction navale dite "romano-celtique", ou "gallo-romaine", ce bateau se rattache cependant clairement à la tradition navale méditerranéenne. Il témoigne également de la persistance, dans cette région, de l'ancienne tradition des Istriens, dont fait mention Verrius Flaccus, d'assembler leurs bateaux au moyen de ligatures (cf. *supra* les sources écrites, p. 75).

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale du chaland de Ljubljana :

GASPARI A.

1998 a, Ali je Bila Barjanska Ljubljanica v antiki regulirana ?, *Argo*, 41/1.2, Ljubljana, p. 30-41 (résumé en anglais : Was the Marsh Ljubljanica regulated in Antiquity ?, p. 39-41).

1998 b, *"Pontonium"* iz Lip na Ljubljansken barju , *Arheoloski vestnik*, 49, p. 187-224 (résumé en anglais : A " *pontonium* " from Lipe on the Ljubljana moor, p. 222-224).

1998 c, Das Frachtschiff aus Lipe im Moor von Laibach (Ljubljana), *Römisch-Germanisches Zentralmuseum*, Mayence, p. 527-550 et pl. 69 à 72.

2003, Archaeology of the Ljubljanica River (Slovenia): early underwater investigations and some current issues, *IJNA*, 32.1, p. 42-52.

River barge from Lipe on the Ljubljana moor, Internet :
http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

KARINJA S.

1998, Šivana Ladja z Ljubljanskega barja, *Annales 14/'98,* p. 57-98 (résumé en anglais : A sewn boat from the Ljubljana Moor, p. 97).

MÜLLNER A.

1890 a, Ein Schiff im Laibacher Moore I, *Laibacher Zeitung* 266, 19.11. 1890, p. 2217-2218.

[610] **Duval 1949**, p. 134.

1890 b, Ein Schiff im Laibacher Moore II, *Laibacher Zeitung* 267, 20.10. 1890, p. 2225-2226.

1892 a, Ein Schiff im Laibacher Moore, *Argo*, 1-7.

1892 b, Letno porocilo. Dezelni muzej. - V, *Ob nave dezelnega zbora kranjskega*, 32, p. 186-204.

1894, Kleiner Mittheilungen, *Argo* 3, p. 153-157.

1897, Fund eines Einbaumes am Moore bei Schwarzdorf, *Argo* 5, p. 85-86.

1900, Die zukunft der Stadt Laibach.XXXV. Die Fahrzeuger und ihr Verkehr auf der Save, *Argo* 8, p. 87-89.

1909, *Geschichte des Eisens in Krain, Görz und Istrien*, Laibach, 1909.

SALEMKE G.

1973, Schiffsarcheologie. Die Ausgrabung eines Binnensee transportschiffes , Schiffsarcheologie von 1890 aus Laibach, Osterreich (jetzt Ljubljana in Jugoslavien), *Das Logbuch*, I/9, p. 21-24.

WEERD M. D.

1988, A Landlubber's view of shipbuilding procedure in the Celtic barges of Zwammerdam, the Netherlands, dans Lixa Filgueiras O. (ed.), *Local Boats. Fourth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 4), Porto 1985, Part i*, BAR International Series 438(i), p. 35-51.

XXIII. L'épave de La Roche Fouras (France, seconde moitié du II^e s. ou début du I^er s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave de La Roche Fouras se situe sur la commune de Saint-Tropez (Var), à environ à 150 m au sud-ouest du petit îlot dont elle porte le nom et qui prolonge le Cap Camarat (fig. 38). Elle gît par 17 m de fond et a été déclarée en 1970 par René Rochier[611].

B. Expertise de l'épave et réouverture

Suite à la déclaration de l'épave, une expertise a été conduite en 1973 sur le gisement sous la direction de R. Rochier. L'épave émergeait alors d'une cuvette de sable entourée de rochers (fig. 88a). L'épave a été en partie dégagée et une couverture topographique du site a été réalisée ainsi qu'un photomontage de la portion de coque conservée[612] (fig. 88b).

Près de vingt ans plus tard, en 1995, l'épave a été rouverte par P. Pomey et son équipe dans le cadre du programme *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* dont le but est de rouvrir des sites d'épaves connues afin d'en compléter l'étude architecturale en vue des prélèvements destinés à l'analyse dendrochronologique et dendromorphologique[613]. La quasi-totalité de l'épave avait alors disparu et les vestiges de la coque se réduisaient à un petit fragment de 2,50 m de long environ sur une largeur de 1 m et la quille avait disparu. Des prélèvements ont néanmoins pu être réalisés sur plusieurs virures du bordé, quelques fragments de membrures et un élément de vaigrage[614].

C. Matériel mis au jour et datation

Peu de renseignements ont été recueillis sur le matériel de l'épave qui a dû se briser au moment du naufrage et a en outre vraisemblablement été pillé après la découverte de l'épave[615]. Une amphore, ainsi que des anses d'amphores ont néanmoins été prélevées. Il s'agit d'amphores italiques de type Dressel 1C qui datent le naufrage du navire de la seconde moitié du II^e s. ou du début du I^er s. av. J.-C. [616].

[611] **Joncheray, Rochier 1976**, p. 167.
[612] **Joncheray c 1976**, p. 107 et 108.
[613] Cf. **Guibal, Pomey 1998 a** ; **1999** ; **2003**.
[614] **Pomey 1996**, p. 56 ; **Pomey, Guibal 2000**.
[615] **Liou 1975**, p. 598.
[616] **Joncheray, Rochier 1976**, p. 180.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Une partie de la coque, correspondant à une extrémité du navire, a été conservée sur une longueur de 6 m et une largeur de 2 m. Cette portion de coque conservée n'a cependant pas pu être dégagée sur les 6 m de longueur à cause du sédiment trop important qui recouvrait une partie de l'épave ; elle a été, en revanche, dégagée sur toute sa largeur correspondant à une section de quille, une portion du bordé avec onze virures encore en place du côté sud et quatre virures du côté nord, ainsi que dix-neuf membrures, pas toujours en place (fig. 88c). Protégé par la cuvette de sable dans laquelle il se trouvait, le bois était en bon état de conservation. Le reste du bateau, qui a dû se retrouver en porte-à-faux sur les rochers entourant la cuvette, n'a pas été conservé. En touchant le fond, le navire a dû par ailleurs légèrement basculer vers le sud car ce flanc du navire a été mieux conservé que le flanc situé du côté nord[617].

L'étude d'architecture a été réalisée par J.-P. Joncheray qui a publié ses résultats dans deux articles[618]. Cette étude a été complétée par P. Pomey lors de la réouverture du site en 1995 et a permis de mettre en évidence le système d'assemblage de la membrure réalisé au moyen de ligatures végétales et de gournables[619].

2. Présentation architecturale

La longueur de quille conservée et dégagée mesure plus de 3 m. Elle est prolongée, à son extrémité, par une étrave ou un étambot qui n'a pas été dégagé. Le fragment de quille mis au jour était très altéré ; il s'agissait vraisemblablement de pin, d'après Joncheray, « ou de tout autre bois blanc ». La section de quille, observée sur un des dessins réalisé par J.-P. Joncheray, est de forme trapézoïdale avec une hauteur de près de 16 cm et une largeur, au point le plus large, de 14 cm (fig. 88d). Sur toute sa longueur conservée, la quille présente des râblures qui entaillent ses angles supérieurs. Ces râblures sont destinées à l'insertion des galbords qui sont, au niveau de cette extrémité, apposés directement à la verticale pour amorcer la fermeture de l'extrémité du navire. Quille et galbord ont été assemblés par tenons et mortaises chevillés.

[617] **Joncheray, Rochier 1976**, p. 170.
[618] **Joncheray, Rochier 1976** et **Joncheray 1976 c**.
[619] **Pomey 1996**, p. 56.

L'épaisseur des bordages, en pin sylvestre, varie de 2,8 à 3,9 cm. Ils ont été assemblés entre eux également par tenons et mortaises chevillés. Les mortaises, d'après J.-P. Joncheray, ont une forme particulière et semblent avoir été réalisées à grands coups de ciseaux à bois, sans soin particulier. La taille des tenons, en frêne, serait par ailleurs supérieure à celle observée sur d'autres épaves, soit, d'après les dessins que l'auteur présente (fig. 88e), de 10 cm de long environ pour une largeur de pratiquement 5 cm et une épaisseur de 6 mm, soit des dimensions finalement très classiques. Les mortaises, toujours d'après ses relevés, sont espacées de 4 à 6 cm et les chevilles de bordé présentent un diamètre de 9 mm.

Le système de membrure observé présente une alternance de varangues et de demi-couples dont la maille varie entre 15 et 25 cm. La largeur moyenne des membrures, débitées dans du chêne caducifolié, de l'orme et du saule, est de 9 cm et leur hauteur atteint les 30 cm au centre et 8 cm sur les extrémités. Les varangues sont par ailleurs entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguiller très hauts qui forment un dessin régulier. Concernant la fixation de la membrure au bordé, Joncheray a observé que celle-ci était effectuée au moyen de gournables de 17 à 19 mm de diamètre enfoncées verticalement, sauf au centre des varangues où elles ressortent latéralement, indiquant qu'elles ont été enfoncées en biais. Aucun clou n'a été enregistré. L'assemblage original au moyen de ligatures végétales bloquées par des chevilles n'a pas non plus été observé et ce n'est qu'avec la réouverture du site, en 1995, par P. Pomey et F. Guibal, que ce système a été relevé. P. Pomey a en effet enregistré que l'assemblage de la membrure au bordé avait été réalisé au moyen de boucles de tresses végétales passées à mi-bois dans des évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant et bloquées par des chevilles en sapin (fig. 88f). Des gorges, situées sur le dos des membrures et sur la face externe du bordé, reliaient par ailleurs les couples d'évidements entre eux dans le but de recueillir la ligature afin que celle-ci ne soit en proéminence et ne s'use ainsi prématurément (fig. 88g). Ces points d'assemblage par ligatures alternent, à chaque virure, avec de simples gournables, également en sapin[620]. Si J.-P. Joncheray n'a pas observé ce système d'assemblage original, il a en revanche bien enregistré l'alternance que formait, au niveau de chaque virure, les paires de chevilles – qui bloquaient la ligature – et les gournables simples (fig. 88h).

Les serres et vaigres, également enregistrées lors de la mission « dendrochronologie », sont en sapin.

[620] **Pomey 1996**, p. 56.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *La Roche Fouras*

Le type architectural révélé par l'épave *La Roche Fouras* se définit par une charpente axiale composée d'une quille, de section trapézoïdale, prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot et dont les angles supérieurs sont entaillés d'une râblure destinée à l'insertion des cans du galbord ; le bordé, monté autour de cette charpente axiale est entièrement assemblé par tenons et mortaises chevillés ; la membrure qui lui est associée est constituée d'une alternance de varangues et de demi-couples de section rectangulaire dont la maille varie entre 15 et 25 cm et lui est fixée au moyen de ligatures internes bloquées par des chevilles alternant avec des gournables simples. Ce système, dans lequel le bordé joue le rôle de structure portante et dominante, associé à une membrure jouant un rôle de renfort transversal secondaire, relève d'un principe de construction classique « sur bordé »[621]. Les méthodes de construction sont également probablement sur « bordé premier » mais n'ont pas fait l'objet d'une étude précise.

F. Type du navire *La Roche Fouras*, espace de navigation et origine

Il est difficile, à partir du peu d'éléments dont on dispose, de définir le type du navire naufragé à La Roche Fouras. Il s'agit néanmoins vraisemblablement, comme le navire de Cavalière (cf. *infra*, § suivant), d'un petit caboteur quillé avec un léger retour de galbord déterminant des fonds de carène anguleux (cf. coupe transversale au niveau de la membrure M9, fig. 88h) dont Joncheray restitue une largeur au maître-bau de 3,60 m pour une longueur, si l'on prend un rapport classique L/l de 3, d'environ 11 m. Les quelques éléments amphoriques ayant échappé aux pillages montrent par ailleurs une provenance probable du navire d'Italie du Sud et permet de penser que ce petit caboteur effectuait un commerce de cabotage entre l'Italie, la Ligurie et la Provence.

G. Conclusion

L'épave *La Roche Fouras* fournit peu d'information sur le commerce maritime en Méditerranée occidentale dans la seconde moitié du II^{e} s. et le début du I^{er} s. av. J.-C. En revanche, elle accroît le nombre des navires romains découverts en Méditerranée occidentale qui présentent un bordé assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés et une

[621] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

membrure assemblée de manière originale par des ligatures internes bloquées par des chevilles et alternant avec des gournables simples.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *La Roche Fouras* :

JONCHERAY J.-P.

1976 c, Mediterranean hull types compared. 1. La Roche Fouras, *IJNA*, 5.2, p. 107-114.

JONCHERAY J.-P. et ROCHIER R.

1976, L'épave de la Roche Fouras. Coque du navire, estampilles sur amphores, *CAS*, V, p. 167-180.

LIOU B.

1975, Informations Archéologiques : recherches sous-marines. L'épave de la *Roche Fouras*, *Gallia*, 33, p. 597-598.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 369.

POMEY P.

1996, Dendrochronologie des épaves antiques de Méditerranée. Épave de la *Roche-Fouras*, *Bilan Scientifique DRASSM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 56.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P. et GUIBAL F.

2000, Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée (Bouches-du-Rhône et Var), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

XXIV. L'épave de Cavalière (France, vers 100 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Cavalière* se trouve sur le littoral du Lavandou (Var), à l'ouest du Cap Nègre, dans l'anse de Cavalière (fig. 38) par 43 m de fond. Elle a été découverte par un groupe de plongeurs du Centre International de plongée du Lavandou, sous la conduite de Georges Charlin, en août 1972[622].

B. Sondage, fouille et réouverture de l'épave

La même année de la découverte, un sondage à la pique a été conduit par le groupe ayant découvert le site[623]. Le sondage s'étant révélé très positif, une fouille programmée de l'épave a alors été mise en place. Au total, quatre campagnes se sont succédées de 1974 à 1977 sous la conduite de Robert Lequément (DRASM) pour la première année et sous la direction de G. Charlin pour les trois autres campagnes, R. Lequément assurant toujours la conduite scientifique des opérations[624] (fig. 89a).

Les opérations menées sur le site ont donné lieu, en 1978, à une publication exhaustive de la fouille et de l'étude menée conjointement sur le matériel archéologique et les vestiges de coque conservés du navire[625].

L'épave a ensuite été rouverte en 1995 dans le cadre de la mission *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*[626], que dirigent P. Pomey et F. Guibal, et dont le but est de rouvrir des sites d'épaves connues afin d'en compléter l'étude architecturale en vue des prélèvements destinés à l'analyse dendrochronologique et dendromorphologique[627].

C. Matériel mis au jour et datation

Le matériel archéologique retrouvé sur l'épave est varié et comprenait des amphores, de la vaisselle, des ossements, des pierres de lest, des pièces de monnaies *etc...* [628].

---

[622] **Charlin *et al.* 1978**, p. 9-10.
[623] **Liou 1973**.
[624] **Liou 1975**.
[625] **Charlin *et al.* 1978**.
[626] **Pomey 1996**, p. 56-57 ; **Pomey, Guibal 2000**, p. 3.
[627] Cf. **Guibal, Pomey 1998 a** ; **1999** ; **2003**.
[628] **Charlin *et al.* 1978**, p. 16-50.

Les amphores appartenant à la cargaison sont peu nombreuses, mais ce sont quatre types d'amphores différentes qui ont été mises au jour. Il s'agit de dix amphores de type Lamboglia 2 qui proviennent sans doute de l'extrême sud de la péninsule italienne et qui transportaient probablement du vin d'Apulie-Calabre, de huit amphores de type Dressel 1C d'origine campanienne qui transportaient des olives, de sept amphores vinaires de type Dressel 1A en provenance de l'Italie centro-méridionale, probablement de la Campanie, et de deux amphores de Cos. La cargaison comprenait également un lot de céramiques fines d'une grande diversité avec une douzaine de pièces de céramiques campanienne A, B et pseudo-C, des céramiques à parois fines essentiellement d'origine ampuritaine, et des céramiques à décors peints auxquelles appartiennent les vases ibériques dits *"sombreros de copa"*.

Un grand nombre d'ossements découverts sur cette épave (pour un poids total d'environ 10 kg) montre que cette cargaison était vraisemblablement complétée par un transport de quartiers de viandes – des demi-carcasses de viandes de porc – qui devaient être salés ou fumés.

À côté de cette cargaison, relativement modeste, une quantité considérable de pierres, appartenant sans aucun doute au lest du navire, a été retrouvée dans la partie arrière de la coque. L'importance du lest, évalué à environ 10 tonnes et constitué de pierres volcaniques (basaltes) et de roches sédimentaires (calcaires), témoigne à l'évidence du débarquement partiel de la cargaison, remplacée par cette charge destinée à compenser la perte de poids transporté et ainsi assurer la stabilité du navire.

Parmi le matériel de bord, on compte des céramiques communes avec six assiettes, vingt pots et une marmite. Quatre amphores d'origine punique étaient utilisées pour la conservation des provisions de bord : soit du vin, soit des salaisons, voire de l'eau douce. Et enfin, une lampe à huile à pâte grise, s'apparentant par la typologie aux lampes d'Éphèse, faisait également partie du matériel de bord retrouvé sur l'épave. Divers objets, témoignant de la vie à bord, ont également été découverts lors de la fouille. Il s'agit de plombs de pêche (18), de petits objets en métal avec une sorte d'agrafe double en plomb en forme de petite ancre (h : 4,3 cm) et une petite pièce de bronze (dim. max. : 2,2 cm) qui ressemble à une clé.

Quatorze monnaies, dont trois retrouvées dans la cavité de l'emplanture de mât, complètent ces découvertes. Les monnaies en bronze découvertes dans le massif d'emplanture étaient fortement concrétionnées et n'ont malheureusement pas pu être identifiées. Les onze autres pièces découvertes sur l'épave ont pu être en revanche analysées et correspondent à des monnaies de Numidie, de Marseille et de l'Espagne romanisée.

L'étude conjointe des amphores, de la céramique et des monnaies incite à dater le naufrage du navire de l'extrême fin du II^{e} s. ou du tout début du I^{er} s. av. J.-C., soit aux alentours de 100 av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[629]

La coque du navire a été conservée sur une longueur de 13 m et sur une largeur de 3 m correspondant à l'ensemble de la quille, l'amorce de l'étrave, située à l'est, et le départ de l'étambot, à l'ouest ; le bordé a été conservé sur environ 2 m sur le flanc tribord (côté sud) et sur environ 0,80 m sur le flanc bâbord (côté nord) ; 45 membrures en place ont été conservées ainsi qu'un fragment du massif d'emplanture et de quelques éléments de vaigrage (fig. 89b). Globalement, le fond de carène est très bien conservé mais au cours du temps, ce fond de carène s'est ouvert légèrement et le flanc sud est le mieux conservé.

Une étude architecturale très complète et précise des vestiges de la coque a été assurée par Jean-Marie Gassend (INRAA/CNRS) qui a présenté ses résultats dans la publication exhaustive consacrée à l'épave de Cavalière[630].

Lors de la réouverture du site en 1995 dans le cadre de la mission *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*, les vestiges de la coque, dégagés sur environ 5 m sur 2 m, sont alors apparus très altérés et de nombreux éléments avaient disparu. Une étude architecturale complémentaire, en vue des prélèvements, a néanmoins été réalisée et a notamment permis d'effectuer des observations précises concernant le système d'assemblage de la membrure au bordé[631].

2. Présentation architecturale

La quille présente une longueur portant sur terre de 9,50 m et est prolongée, sur ses extrémités, par les pièces d'étrave et d'étambot qui lui sont assemblées par une enture en « trait de Jupiter », de conception classique, bloquée par une clé enfoncée horizontalement[632]. La hauteur de l'étambot a été restituée, à partir du point le plus bas de la quille, à 1,50 m. Par ailleurs, à 90 cm au-delà de l'enture, l'étambot a été doublé en dessous par une pièce de même largeur. Cette pièce, conservée sur une longueur de 1,30 m, a été assemblée à l'étambot par une enture en biseau, fixée par au moins trois clés chevillées. Elle a été identifiée comme un renfort d'étambot dont la découpe fait aileron de dérive. La section de la quille, dans sa partie centrale, est de forme rectangulaire et mesure 16 cm de hauteur pour une largeur de 11 cm. Elle s'amincit au niveau de ses extrémités pour atteindre une hauteur de 13 cm et une largeur de 7 cm. Les pièces d'étrave et d'étambot présentent au départ ces mêmes dimensions pour

[629] **Charlin *et al.* 1978**, p. 60.
[630] Cf. Gassend dans **Charlin *et al.* 1978**, p. 60-89.
[631] **Pomey 1996**, p. 56-57 ; **Pomey, Guibal 2000**, p. 3.
[632] Au niveau de l'étrave, aucune enture n'a en fait été observée directement mais Gassend note qu'une enture éventuelle a pu être masquée par le bordé qui n'a pas été démonté à cet endroit. L'écart en « trait de Jupiter » a en revanche bien été observé au niveau de l'étambot et il semble logique que le même type d'écart ait été utilisé pour assembler l'étrave à la quille.

très rapidement s'épaissir et atteindre une hauteur de 16 cm pour une largeur de 15 cm. Les joues de la quille, au contact du galbord, sont chanfreinées avec un chanfrein qui peut atteindre les 7 cm et les faces latérales de l'étrave et de l'étambot sont entaillées d'une râblure pour recevoir les cans des galbords et les têtes de virures.

Le galbord présente une section trapézoïdale légèrement arrondie sur les deux faces (interne et externe) et son épaisseur au contact de la quille est de 4 cm. Il présente une largeur au centre de 10 cm et sa largeur diminue vers les extrémités. L'assemblage quille-galbord a été réalisé au moyen de languettes insérées dans des mortaises creusées respectivement dans les joues de la quille, au niveau du chanfrein, et dans le can interne du galbord selon un écartement d'environ 6,2 cm[633] ; les languettes sont tenues en place par des petites chevilles de blocage enfoncées transversalement à partir de l'intérieur de la coque. Au niveau des extrémités, les assemblages étrave/étambot-galbord ont été renforcés par des clous enfoncés à partir de l'extérieur selon un plan oblique. L'espace entre les mortaises est ici de 5 cm et l'espace entre les clous est de 3 cm.

L'épaisseur du galbord, de 4 cm au contact de la quille, passe, au contact du ribord, à 3 cm correspondant à l'épaisseur constante de l'ensemble des virures qui présentent par ailleurs une largeur variant de 14 à 20 cm. De même que pour l'ensemble quille-galbord, l'assemblage des virures entre elles a été réalisé au moyen de tenons et mortaises chevillés selon un écartement entre les mortaises qui varie de 6,1 à 7,8 cm en moyenne[634]. Les languettes mesurent 12 à 13 cm de longueur, pour une largeur de 6 cm et une épaisseur de 6 mm et les petites chevilles présentent un diamètre de 9 mm. Le même assemblage a été utilisé pour lier les extrémités des bordages taillés en sifflet.

Au niveau de la poupe du navire, les fouilleurs ont observé, de chaque côté de la quille, une virure de doublage qui vient recouvrir le galbord et, partiellement, le ribord ; elle couvre également le bas de la joue de la quille et de l'étambot[635]. Ce double bordage n'est vraisemblablement pas d'origine et il est difficile d'en déterminer précisément la fonction. S'agissait-il d'un renfort destiné à prévenir d'éventuelles faiblesses de cette zone de la coque ou s'agissait-il d'un "soufflage", c'est-à-dire d'un rajout de fausses pièces, dont la fonction était d'augmenter la portance du navire ?

Le système de membrure se compose d'une alternance régulière de varangues continues et de demi-couples. La maille est relativement constante, de l'ordre de 15 à 18 cm. Les fouilleurs ont noté que les demi-couples n'étaient pas toujours parfaitement symétriques et

[633] Information non publiée, communiquée par M. P. Pomey (enregistrement effectué lors de la campagne *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*).
[634] Cf. note précédente.
[635] **Charlin *et al.* 1978**, p. 69.

que leur affrontement se situait alors au-delà de l'axe de la quille. Les varangues ont une hauteur de 20 cm au niveau de la quille et de 10 cm aux extrémités et sont entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguiller de forme triangulaire (fig. 89c.). La hauteur des demi-couples est plus régulière et présente une section de 9 cm. Les couples et les demi-couples sont prolongés par des allonges dont seuls de rares fragments ont été conservés. Le raccord entre ces pièces étaient réalisés par juxtaposition, sans genoux. Concernant la fixation de la membrure, J.-M. Gassend, lors de la fouille de l'épave, a observé que celle-ci était réalisée au moyen de gournables (diam. : 15 mm) enfoncées perpendiculairement à partir de l'extérieur et par groupe de deux avec une distance entre deux gournables d'une même paire de 5 cm et un écartement entre chaque groupe de gournables de 30 cm environ. Il a également enregistré, pour les varangues, la présence de clous en cuivre et en bronze pour renforcer l'assemblage au niveau du galbord et du ribord ; ces clous ont également été enfoncés à partir de l'extérieur de la coque. Ce n'est pourtant qu'avec la réouverture du site en 1995 par P. Pomey et F. Guibal que l'assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures a été observé. Le système enregistré est le suivant (fig. 89d) : des tresses végétales (fig. 89e) – dont le matériau n'a pas été identifié – sont passées en boucle dans un couple d'évidements cylindriques percés à mi-bois dans la hauteur des membrures et des virures correspondantes. Des petites gorges, entaillées sur le dos des membrures et sur la face externe des bordés (fig. 89f et fig. 89g), relient chaque évidement afin de recueillir la ligature et éviter ainsi qu'elle ne soit en proéminence, et donc ne s'use prématurément. Enfin, des gournables, présentant un bord abattu pour le passage de la ligature, viennent bloquer la tresse dans ses canaux de passage et en assurent l'étanchéité. L'étanchéité est par ailleurs renforcée par une épaisse couche de poix qui vient recouvrir les gorges situées sur le dos des membrures et sur les faces externes des bordés, ce qui avait empêché l'observation de ce système par J.-M. Gassend lors de la fouille de l'épave. P. Pomey a également observé que ces points d'assemblage par ligatures internes bloquées par des chevilles sont positionnés en alternance avec des gournables simples (fig. 89f). D'après ses observations, on aurait une alternance, sur le dos des varangues et implantés à partir du ribord, de deux gournables simples, un point de ligature, deux gournables simples *etc*.… À l'inverse, pour les demi-couples, et implantés également à partir du ribord, on aurait une alternance de deux points de ligatures, une gournable simple, deux points de ligature *etc*.… Ce rythme inversé sur le dos des varangues et des demi-couples donne donc un schéma global en quinconce avec une alternance à la fois dans le sens transversal et à la fois dans le sens longitudinal, l'alternance se faisant par ailleurs au niveau de chaque virure. Dans ce schéma global, P. Pomey a néanmoins observé qu'à partir de la huitième virure, l'alternance passait vraisemblablement à un rythme simple. Mais ces dernières observations n'ont été effectuées que sur deux membrures.

De la membrure M41 (vers la proue) à la membrure M11 (vers la poupe), toutes les varangues portaient des traces d'entaille ou de feuillure correspondant à un assemblage à mi-

bois avec la pièce d'emplanture dont il ne reste que quelques fragments, très endommagés (fig. 89b). Les vestiges de ce massif révèlent une pièce de section rectangulaire mais pas uniforme. Ainsi, au niveau de la membrure M41, la largeur restituée du massif est de 18 cm pour une hauteur restituée de 16 cm ; en revanche, la largeur du massif au niveau de la cavité du mât (au niveau de la membrure M31) est de 26 cm pour une hauteur restituée de 21 cm. Vers la poupe, les dimensions sont difficiles à restituer. La longueur totale restituée du massif d'emplanture est de 7,50 m. Cette pièce, de grande taille et encastrée sur le dos des varangues couvrant l'espace de 30 membrures, jouait donc également un rôle de renfort longitudinal de la coque. Le fragment d'emplanture conservé comportait par ailleurs deux cavités espacées de 28 cm. La cavité vers la poupe (celle où ont été trouvées les trois pièces de monnaies) est encadrée par deux mortaises de forme parallélépipédique destinées à bloquer le pied de mât. La grande cavité, destinée à recevoir le pied de mât, présente un profil classique en demi-cuvette permettant de déterminer l'orientation du navire[636].

Il n'a été conservé du vaigrage que quatre éléments situés entre les membrures M36 et M38 et quatre autres entre les membrures M30 et M31 (fig. 89b). Les dimensions des vaigres sont comparables à celles du bordé avec une largeur de 15 cm et une épaisseur de 3 cm. Elles ont été assemblées à la membrure au moyen de clous répartis par groupe de deux selon un écartement, entre chaque paire, de 5 cm.

Les analyses xylologiques réalisées sur les prélèvements de bois ont révélé une nette prédominance du pin à écorce blanche, appelé aussi pin de Bosnie, utilisé pour la construction de la quille, du bordé, des membrures, du vaigrage et du massif d'emplanture. Seule deux échantillons pour le bordé ont aussi montré l'utilisation du pin sylvestre ou du pin à crochets également appelé pin de montagne. Les languettes et les petites chevilles de blocage du bordé sont en chêne-vert et les gournables des membrures sont en sapin. On remarque donc une grande homogénéité du bateau de Cavalière pour ce qui concerne le bois utilisé pour sa construction. L'usage dominant du pin de Bosnie permet par ailleurs, en raison de l'aire relativement limitée de distribution de cette essence, de proposer des zones potentielles pour la localisation géographique du chantier de construction du navire (cf. *infra*).

3. Équipement et gréement du navire[637]

Concernant l'équipement du navire, trois fragments de feuilles de plomb ont été découverts, le plus grand fragment n'atteignant pas les 15 cm de long pour une épaisseur de 1 à 2 mm. Ces trois fragments présentent des traces de clouage indiquant qu'il s'agit d'éléments de doublage de la coque. J.-M. Gassend pense néanmoins que la coque n'était pas entièrement

[636] Pour les dimensions des différentes cavités, cf. **Charlin *et al.* 1978**, p. 77.
[637] **Charlin *et al.* 1978**, p. 51-60.

doublée de plomb et que ces plaques ont seulement dû protéger des parties réparées ou fragiles de la carène. Deux petits anneaux de bois identifiés comme étant peut-être des « pistons » seraient quant à eux les seuls témoignages de la présence d'une pompe de cale sur ce navire. Les vestiges d'une seule ancre ont également été retrouvés sur tribord avant, près de l'étrave. Le jas, en plomb, mesure 1,39 m de long et pèse 118,500 kg. Des vestiges de la verge de l'ancre étaient encore contenus dans la boîte carrée du jas. Enfin, deux pièces de bronze, presque cylindriques, ont été découvertes lors de la fouille du bordé tribord. Il s'agit de deux pièces creuses semblables et ayant quasiment les mêmes dimensions (env. 14 cm de hauteur avec une forme conique ouverte à la base). Ces embouts étaient par ailleurs fixés au bois. L'identification en est difficile, mais il pourrait s'agir, comme l'ont suggéré les auteurs de la fouille, d'embouts ornant le sommet de rames-gouvernails tels que ceux découverts sur le premier navire de Nemi. Parmi le matériel lié à la navigation également, un plomb de sonde, de 5,450 kg, a été retrouvé.

Concernant le gréement, un réa de poulie (diam. : 11,5 cm ; ép. : 1,5 cm) a été prélevé.

Enfin, une pièce de bois non identifiée a été découverte sur l'arrière du navire. Il s'agit d'une pièce se composant de deux parties (fig. 89h). La première pièce, entièrement conservée, est une pièce courbe, concave, dont la longueur linéaire est de 75,5 cm et la largeur de 8 cm en moyenne, pour une épaisseur variant de 4,5 à 5,5 cm. Elle est légèrement et irrégulièrement chanfreinée sur ses deux bords et est en outre effilée à ses deux extrémités. La seconde pièce vient se placer sous la première, de façon perpendiculaire. Il n'en reste qu'une planche, épaisse de 4 cm, large de 18,8 cm et dont la longueur conservée est de 36 cm. Selon les auteurs, une planche analogue devait lui faire suite, au long de la pièce courbe, puisque, dans sa partie inférieure, subsistaient les traces d'un assemblage. L'intérêt majeur de cet élément intéresse justement les assemblages observés sur la face supérieure de la pièce courbe. Il s'agit de deux paires d'évidements cylindriques de 7 mm de diamètre qui traversent la pièce de part en part et qui sont séparés par des encoches – ou gorges – d'une longueur de 4,15 cm, d'une profondeur de 3 à 4 mm et d'une largeur de 1,1 à 1,2 cm. Au niveau de la seconde pièce, les évidements cylindriques traversent également la planche et on retrouve alors la même gorge creusée sur sa face inférieure. Ce type d'aménagement correspond en réalité au même type d'assemblage par ligatures que celui mis en œuvre pour fixer les membrures du navire au bordé, à savoir une ligature passée en boucle dans le couple d'évidements cylindriques, et bloquée par l'insertion de chevilles, ici non conservées. Les auteurs de la fouille pensent que cette pièce insolite devait probablement appartenir aux œuvres mortes ou aux apparaux du navire. Comme pour l'épave 1 de Marsala, sur laquelle ce type d'assemblage a été observé pour la liaison d'une pièce n'appartenant pas à la structure même de la coque (cf. *supra*), nous parlerons, de manière plus générale, d'une pièce de superstructure.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire de Cavalière

Le type architectural du navire de Cavalière se définit par une charpente axiale constituée d'une quille, de section rectangulaire, prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot qui lui sont assemblées par une enture en « trait de Jupiter » et un renfort d'étambot qui vient doubler la pièce d'étambot par-dessous ; les joues de la quille sont chanfreinées pour recevoir le galbord et les faces latérales de l'étrave et de l'étambot sont entaillées d'une râblure pour recevoir également les cans des galbords ainsi que les têtes de virures. L'ensemble du bordé, monté autour de la charpente axiale, est assemblé à franc-bord au moyen de tenons et mortaises chevillés et avec des clous qui renforcent ces assemblages au niveau des extrémités pour la fixation des têtes de virures sur l'étrave et l'étambot. La membrure, composée d'une alternance régulière de varangues et de demi-couples prolongés sur leurs extrémités par des allonges selon une maille relativement serrée, est fixée au bordé au moyen d'une alternance de points d'assemblage par ligatures internes bloquées par des chevilles et de gournables simples ainsi que par des clous qui renforcent cet assemblage au niveau du galbord et du ribord. Le massif d'emplanture, encastré à mi-bois sur le dos des varangues couvrant l'espace de 30 membrures, joue également un rôle de renfort longitudinal de la coque. Ce système, avec une quille soigneusement dressée, des galbords sculptés intégrés dans un bordé parfaitement assemblé dans toutes ses parties et jouant le rôle de structure portante du navire et auquel est associée une membrure jouant un rôle de renfort transversal secondaire, renvoie assurément à un principe de construction « sur bordé »[638]. La méthode de construction « bordé premier » pour ce navire est par ailleurs bien assurée avec notamment la conicité des chevilles de bordé enfoncées à partir de l'intérieur et les clous d'assemblage des membrures, au niveau du galbord et du ribord, enfoncés à partir de l'extérieur de la coque. Les étapes précises de la construction n'ont cependant pas été étudiées de manière plus approfondie.

F. Type du navire de Cavalière, espace de navigation et origine

L'épave de Cavalière correspond à un petit navire de 13 m de long pour une largeur importante de 4,60 m offrant un coefficient d'allongement très faible d'environ 2,06[639] (fig. 89i). L'apposition des galbords sur les chanfreins de la quille ainsi que la courbure des varangues dans la partie centrale du navire déterminent par ailleurs des fonds de carène anguleux et le tonnage du navire, calculé selon trois méthodes par J.-M. Gassend, est

[638] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[639] Calculs J.-M. Gassend (cf. **Charlin *et al.* 1978**, p. 79-80).

d'environ 20 t. de port en lourd[640], ce que confirme la restitution effectuée par R. Roman dans le cadre de son DEA[641]. Ce navire était propulsé à la voile et présentait, au niveau des aménagements, une petite cabine située à l'arrière du navire[642].

Concernant l'espace de navigation de ce petit caboteur, son dernier voyage, restitué par les auteurs de la fouille à partir de la diversité des produits transportés et de l'origine des pierres de lest chargées à bord, montre une circumnavigation dans le bassin occidental de la Méditerranée. Le navire serait en effet parti d'Afrique, comme le suggèrent les amphores puniques et les monnaies numides, aurait longé la Sicile pour ensuite remonter la côte occidentale de l'Italie où furent embarquées les amphores et les diverses céramiques fines. Une partie des amphores fut sans doute, ensuite, déchargée en Ligurie où fut en retour embarquée de la viande de porc. Continuant sa route vers l'Ouest tout en livrant sa marchandise au gré des escales, le déchargement d'une partie de la cargaison a été compensé par l'embarquement de pierres de lest. Ce long périple, de port en port, à travers la Méditerranée occidentale, s'est finalement brutalement achevé avec le naufrage du navire sur la côte orientale de la Gaule Narbonnaise.

Enfin, pour ce qui concerne l'origine du navire, l'usage dominant du pin de Bosnie dans la construction de la coque permet pour une fois – en raison de l'aire limitée de distribution de cette essence – de proposer des zones potentielles pour la localisation géographique du chantier de construction que F. Guibal et P. Pomey situent soit sur la côte campanienne ou calabraise (Italie), soit sur la côte illyrienne (côte orientale de l'Adriatique)[643]. S. Wicha et F. Guibal précisent pour leur part que les zones de localisation les plus significatives du pin de Bosnie se trouvent en Bosnie, en Serbie, au Monténégro, en Albanie et en Grèce septentrionale, soit globalement en Méditerranée centrale, mais on peut cependant également le trouver jusqu'en Méditerranée orientale[644]. On a donc une aire de construction, pour ce caboteur, en décalage avec son espace de navigation[645]. À une époque (vers 100 av. J.-C.) où la Méditerranée est pratiquement entièrement pacifiée et le commerce maritime florissant, cette singularité, contrairement à ce qu'il pourrait sembler[646], n'est finalement pas aussi surprenante que cela.

G. Conclusion

[640] Cf. Gassend dans **Charlin *et al.* 1978**, p. 80-89.
[641] **Roman 1988**.
[642] La localisation d'une cabine située à l'arrière du navire est indiquée par le petit matériel découvert dans la zone ouest du site (cf. **Charlin *et al.* 1978**, p. 11).
[643] **Guibal, Pomey 2003**, p. 38.
[644] **Wicha *et al.* 2003**, p. 236 et fig. 3, p. 236.
[645] Dans la mesure où il s'agit d'un bateau de taille modeste, le fait qu'il ait été construit dans l'une des zones d'approvisionnement du pin de Bosnie ne fait aucun doute et l'importation de ce bois dans un chantier naval du bassin occidental de la Méditerranée pour y construire ce caboteur est, par conséquent, inenvisageable.
[646] **Wicha *et al.* 2003**, p. 236.

L'épave de Cavalière nous donne donc de précieux renseignements sur le commerce et la navigation en Méditerranée occidentale au tout début du I^er^ s. av. J.-C. Elle nous présente également, sur le plan de la construction navale antique romaine, un bel exemple de cette dizaine de navires découverts en Méditerranée occidentale et dont le bordé est classiquement assemblé par tenons et mortaises chevillés et auquel la membrure est, de manière plus originale, fixée au moyen de gournables simples et de points d'assemblage par ligatures internes bloquées par des chevilles. Par ailleurs, la découverte d'une pièce isolée montre, comme sur l'épave 1 de Marsala, que ce dernier type d'assemblage pouvait également être employé pour la liaison des pièces de superstructure.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Cavalière :

CHARLIN G, GASSEND J.-M. et LEQUÉMENT R.

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

LIOU B.

1973, Informations Archéologiques. Recherches sous-marines. L'anse de Cavalière*, Gallia*, 31, p. 590.

1975, Informations Archéologiques. Recherches sous-marines. L'épave de l'anse de Cavalière, *Gallia*, 33, p. 590-594.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 133-134.

POMEY P.

1996, Dendrochronologie des épaves antiques de Méditerranée. Épave de *Cavalière*, *Bilan Scientifique DRASSM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 56-57.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P. (DIR.), GIANFROTTA P. A., NIETO X. et TCHERNIA A.

1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 176-177.

POMEY P. et GUIBAL F.

2000, Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée (Bouches-du-Rhône et Var), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

ROMAN R.

1988, *Étude architecturale et comparative de six navires de commerce antique*, Mémoire de DEA, sous la direction de P.-A. Février, Université de Provence, UER d'Histoire.

WICHA S., GUIBAL F. et MÉDAIL F.

2003, Archaeobotanical characterisation of three ancient Mediterranean shipwrecks, dans Fouache É. (ed.), *The Mediterranean World Environment and History, Paris, 24-26 avril 2002*,

Éditions Elsevier, Paris, p. 233-237.

XXV. L'épave de la Jeaume-Garde B (France, début du I^er s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Jeaume-Garde B* – également appelée l'épave de la baie du Langoustier – se trouve sur la commune de Hyères (Var) (fig. 38) et gît par 20 m de fond à la pointe nord-ouest de Porquerolles, à l'entrée de la baie du Langoustier, près de la balise de la Jaumegarde d'où elle tire son nom. Elle a été découverte en 1959 par le Groupe d'Étude et de Recherche Sous-marin (GERS) de Toulon[647].

B. Expertise, fouille de l'épave et réouverture

Suite à la découverte de l'épave, une petite mission d'expertise a été conduite en 1967 par Frédéric Dumas et Yves Chevalier pour évaluer le potentiel du site[648]. L'épave avait alors à l'évidence été largement pillée depuis sa découverte.

Ce n'est pourtant que bien plus tard, en 1976, alors que la coque conservée du navire menaçait de disparaître, que François Carrazé, avec l'aide de la section sous-marine de l'association Polypus, a entrepris une fouille du site[649]. Celle-ci s'est finalement déroulée sur deux campagnes : la première en 1976, et la seconde en 1978.

En 1993, le site a par ailleurs été rouvert lors d'une campagne *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* que dirigent P. Pomey et F. Guibal[650].

C. Matériel mis au jour et datation

L'épave ayant fait l'objet de nombreux pillages, peu de matériel, appartenant à la cargaison ou au mobilier de bord, a pu être récupéré lors des différentes opérations[651]. Ainsi, le matériel prélevé par le GERS lors de la découverte de l'épave concernait trois fragments d'amphores : un d'amphore gréco-italique et deux d'amphores de forme ovoïde qui pourraient être, selon F. Benoit, des amphores helléniques. Une meule complète en poudingue (de type Délos) a également été prélevée à cette occasion. En 1972, F. Carrazé signale la découverte d'une grande patère campanienne et en 1976, lors de la fouille du site, du matériel céramique

[647] **Benoit 1960**, p. 44 ; **1962**, p. 169 ; **Tchernia 1969**, p. 479 ; **Carrazé 1976**, p. 161.
[648] **Tchernia 1969**, p.479.
[649] **Carrazé 1976**.
[650] Cf. **Guibal, Pomey 1998 a** ; **1999** ; **2003**.
[651] **Benoit 1960**, p. 44-47 ; **1962**, p. 169 ; **Carrazé 1972**, p. 127 ; **1976**, p. 165.

supplémentaire a été porté à la surface. Il s'agit d'une lampe à poucier, de céramiques campaniennes, d'un pot gris ampuritain, de poteries non tournées et peignées de l'Âge du Fer, de *seriae*, ainsi que d'amphores fuselées de Sorrente. Un bouchon d'amphore ainsi que les fragments d'une passoire en bronze et un plomb trapézoïdal de filet de pêche ont également été découverts lors de cette fouille.

Le naufrage du navire a été daté, sur la base du matériel découvert, du début du I^er^ s. av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[652]

Le bois de l'épave affleurait sous une vingtaine de centimètres de sable et s'étendait sur une longueur d'environ 4 à 5 m (fig. 90a). La partie de coque conservée correspond à un flanc de carène. La quille n'a pas été conservée et se trouvait à l'ouest du bordé, où le galbord a été repéré. Il ne restait de la membrure que quelques fragments de varangues, des allonges et des couples de revers. Quelques éléments du plancher de cale ont également été conservés en place (fig. 90b).

L'étude architecturale a été dirigée par F. Carrazé qui a publié ses résultats dans deux articles[653].

L'étude architecturale de la coque s'est vue complétée en 1993 lors de la réouverture du site dans le cadre d'une des missions *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*[654]. À cette occasion, la coque a été dégagée sur 5 m correspondant au fragment de muraille avec des membrures encore en place et des éléments du plancher de cale (fig. 90c).

2. Présentation architecturale

Concernant le bordé, contrairement aux enregistrements effectués par Carrazé qui présentait des bordages de faible épaisseur, de l'ordre de 2,5 cm, les dimensions relevées par P. Pomey montrent des bordages d'une épaisseur variant de 2,5 à 4,4 cm et d'une largeur de 9,7 à 25,5 cm[655]. Le bordé, réalisé en pin d'Alep et pin sylvestre, est assemblé au moyen de tenons chevillés dans des mortaises (fig. 90d) avec, toujours selon les relevés effectués par P. Pomey, des mortaises larges, en moyenne, de 5,2 cm et disposées selon un écartement moyen

[652] **Tchernia 1969**, p. 479 ; **Carrazé 1976**, p. 161-163.
[653] **Carrazé 1976** ; **1977**.
[654] **Pomey 1994 a** ; **Pomey, Guibal 2000**.
[655] Informations non publiées communiquées par M. P. Pomey.

de 4,3 cm[656]. Lors de la fouille, F. Carrazé avait par ailleurs noté, à propos des tenons, que ceux-ci ont été collés à l'aide de « goudron » dans les mortaises. Il avait également observé que tout l'intérieur du bordé avait été enduit de « goudron », et ce, après la pose des membrures[657].

Concernant la membrure, pour laquelle les pièces ont été débitées dans de l'orme et du pin d'Alep, les éléments conservés ne permettent pas de déterminer le système de membrure mis en place dans ce navire. F. Carrazé a observé, en revanche, que la membrure a été assemblée au bordé au moyen de gournables renforcées par de longs clous en "fer forgé"[658]. Les clous sont enfoncés dans les gournables, à partir de l'extérieur, et leur pointe est rabattue sur le dos des membrures dans le sens du fil du bois. Il a par ailleurs observé, au niveau des membrures M10 et M19, un renforcement de ces pièces par deux membrures neuves en hêtres qui ont été "cousues" contre le bordé. L'assemblage a été effectué à l'aide de tresses végétales passées dans des évidements circulaires percés, par paires, dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant et reliés par des gorges de 8 mm de profondeur creusées sur le dos des membrures et la face externe du bordé (fig. 90e et fig. 90f). Les ligatures ont ensuite été bloquées dans leur passage par des gournables présentant un bord abattu. Il s'agit là d'une réparation, et non de la construction d'origine. P. Pomey, lors de la réouverture du site, a également observé ces réparations de membrures par ligatures mais contrairement à la restitution de Carrazé, qui présentait le passage d'une ligature continue au travers des évidements cylindriques successifs (fig. 90g), il a montré que les réparations étaient effectuées par une alternance d'un point de ligature bloquée par des chevilles, et une gournable simple, l'alternance ayant lieu au niveau de chaque virure. Il a également relevé les dimensions suivantes pour les points d'assemblage par ligatures : un écartement entre les évidements cylindriques de 4 cm, une largeur de gorge de 1 cm pour une profondeur égale de 1 cm et des chevilles de blocage de même diamètre que les gournables simples, soit de 12 mm[659] (fig. 90h).

Le vaigrage est composé de vaigres mobiles et de serres fixées aux membrures au moyen de clous.

3. Équipement du navire

Aucune trace du massif d'emplanture n'a été retrouvée, mais la découverte d'un cabillot en sapin ainsi que d'un réa de poulie en buis[660] témoignent de l'existence d'un mât sur ce

[656] Cf. note précédente.
[657] **Carrazé 1976**, p. 161.
[658] Indication donnée par F. Carrazé sans qu'aucune analyse n'ait vraisemblablement été effectuée sur ces clous (cf. **Carrazé 1976**, p. 161).
[659] Informations non publiées communiquées par M. P. Pomey.
[660] **Carrazé 1976**, p. 165.

navire. La présence de nombreux fragments de plaques de plomb découverts également lors de la fouille témoignent d'un doublage de protection des œuvres vives du navire[661]. Enfin, deux jas d'ancre décorés, avec quatre « têtes coupées » pour le premier[662], ainsi qu'une pointe de patte d'ancre renforcée par une tôle en fer[663] ont été découverts en association avec l'épave[664].

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire dela Jeaume-Garde

En raison de la disparition de la charpente axiale, le système et le type architectural du navire la *Jeaume-Garde B* sont difficiles à définir. Les éléments dont nous disposons montrent néanmoins un bordé assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés associé à une membrure, dont le système n'a pu être déterminé, qui lui est fixée au moyen de gournables traversées par de longs clous enfoncés à partir de l'extérieur de la coque et dont la pointe est rabattue sur le dos des membrures. Deux réparations de membrure montrent en revanche un système différent avec des points de ligatures internes bloquées par des chevilles et alternés avec des gournables simples. Des serres, clouées sur le dos des membrures, participent au renforcement longitudinal de la coque. Ce système, dans lequel le bordé est lié de manière homogène dans toutes ses parties et auquel est fixée la membrure, relève d'un principe de construction « sur bordé »[665]. À ce principe, classique pour la construction navale antique, sont probablement liées des méthodes de construction également « sur bordé » mais dont les étapes précises n'ont pas été étudiées.

F. Type du navire *La Jeaume-Garde B*, espace de navigation et origine

S'il s'agissait vraisemblablement d'un navire de commerce propulsé au moyen d'une voile – dont les dimensions et le port en lourd n'ont pas été déterminés – la faiblesse des éléments archéologiques mis au jour ne permet pas cependant de déterminer avec précision le type de navire auquel correspondait cette épave. De même, son espace de navigation et son origine sont impossibles à déterminer.

---

[661] **Carrazé 1976**, p. 161.
[662] **Benoit 1960**, p. 44-45.
[663] **Carrazé 1972**, p. 127.
[664] Pour la description des ancres, cf. **Carrazé 1963** et **1974**.
[665] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

G. Conclusion

Le navire *Jeaume-Garde B*, construit de manière traditionnelle avec un bordé assemblé par tenons et mortaises et une membrure chevillée et clouée au bordé, témoigne néanmoins, pour des réparations, d'une technique d'assemblage plus originale découverte sur une dizaine d'autres épaves pour fixer la membrure au bordé : au moyen de ligatures internes et de gournables. Ce type de réparation, dans un système de construction différent, amène ainsi à se poser des questions. Par qui ces réparations ont-elles été effectuées ? Pourquoi avoir utilisé ce type d'assemblage et ne pas avoir ré-employé des gournables et des clous comme pour le reste de la membrure ? Dans une perspective d'analyse de cette technique d'assemblage particulière, ces questions seront abordées dans la quatrième partie de cette étude. Cette réparation atteste, en tous cas, de la co-existence de procédés techniques d'assemblage qui ne sont pas exclusifs.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Jeaume-Garde B* :

BENOIT F.

1960, Nouvelles épaves de Provence (II). 7. Iles d'Hyères, *Gallia*, 18, p. 44-45.

1962, Nouvelles épaves de Provence (III). Var. 23, *Gallia*, 20, p. 169.

CARRAZÉ F.

1963, L'ancre de miséricorde dans la marine antique, *Archeologia*, n°61, p. 13-19.

1972, A propos de quelques découvertes sous-marines de Carqueiranne aux îles d'Hyères, *CAS*, I, p. 127.

1974, Note on two decorated lead anchor stocks, *IJNA*, 3.1, p. 153-157.

1976, De Carqueiranne aux îles d'Hyères. A propos de la première campagne de fouilles sur l'épave B de la Jeaune-Garde, *CAS*, V, p. 161-165.

1977, Mediterranean hull types compared. 3. The Jeaune-Garde B wreck at Porquerolles (France), *IJNA*, 6.4, p. 299-303.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 222.

POMEY P.

1994 a, Prospection thématique. Épave de la *Jeaume-Garde B*, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 44.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P. et GUIBAL F.

2000, Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée (Bouches-du-Rhône et Var), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du

CNRS, Paris, support CDRom.

TCHERNIA A.

1969, Informations archéologiques. Recherches sous-marines. Épave B de la Jaumegarde, *Gallia*, 27, p. 479.

XXVI. L'épave *Dramont C* (France, première moitié du I^er^ s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Dramont C* se trouve sur la côte de Saint-Raphaël (Var) (fig. 38), entre l'écueil des basses de l'île d'Or et l'écueil de la pointe de l'Esquine de l'Ay. Elle gît par 42 m de fond exactement à 150 m au sud de la tour de l'île d'Or, au cap Dramont, d'où elle tire son nom. Signalé par la présence de dix cols d'amphores qui dépassaient de la surface du sédiment, le site a été découvert en 1958 par G. Delonca[666].

B. Visite, sondage, fouille et réouverture de l'épave

En 1962, F. Dumas a plongé sur le site. A cette occasion, il a effectué quelques clichés photographiques de l'épave et a prélevé deux amphores dans une zone qui avait été dégagée par des pilleurs[667]. Le site a ensuite encore été largement pillé.

Plus tard, en 1989, J.-P. Joncheray a effectué un sondage sur le site pour en évaluer le potentiel encore existant. Plus aucun indice, ni vestige de l'épave n'étaient alors visibles et l'équipe a donc entrepris de faire un premier sondage au hasard[668]. Une dizaine de mètres carrés fut alors dégagée, dont 4 m² concernaient des vestiges de coque. Les résultats du sondage étant concluants, une fouille exhaustive de l'épave a été mise en place dès l'année suivante[669] (fig. 91a). Le sondage et la fouille ont donné lieu à une publication bien détaillée et illustrée de l'épave[670].

À l'occasion d'une des missions *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*, que dirigent P. Pomey et F. Guibal, le site a par ailleurs été rouvert en 1998[671].

C. Matériel mis au jour et datation

Malgré l'action des pilleurs sur l'épave, un matériel abondant a pu être dégagé et prélevé lors du sondage et de la fouille conduits par J.-P. Joncheray[672].

---

[666] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 42 ; **Joncheray 1994**, p. 5-6.
[667] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 42.
[668] **Joncheray 1994**, p. 8-9.
[669] **Joncheray 1994**, p. 9.
[670] **Joncheray 1994**.
[671] Cf. **Guibal, Pomey 1998 a** ; **1999** ; **2003**.
[672] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p.43 ; **Joncheray 1994**, p. 34-48.

Pour l'essentiel, la cargaison du navire était composée d'amphores Dressel 1B dont le nombre originel est estimé à environ 120. Ces amphores, d'origine italique, transportaient du vin mais trois d'entre elles contenaient des restes de poissons qui indiqueraient une réutilisation de ces amphores vinaires, soit à des fins commerciales, soit pour l'usage du bord[673]. L'épave contenait également au moins deux jarres, une amphorette à fond plat et trois amphores Lamboglia 2.

De la céramique commune ainsi que de la céramique campanienne ont été découvertes parmi le matériel de l'épave. Parmi la céramique commune, on compte : deux jarres, un pelvis, un vase à bec tubulaire, des plats, des urnes et des *ollae*. L'abondance de cette céramique amène à se demander s'il s'agissait de la vaisselle de bord ou si elle faisait partie de la cargaison.

Le navire transportait également un chargement de minerai de fer et un énorme bloc de résine. Le minerai, découvert directement sous les amphores de l'épave, était transporté sous forme de barres, directement chargées en fond de cale, sur un tapis de branches de vigne. Le nombre de ces barres, de section quadrangulaire, est estimé à une cinquantaine pour un poids total évalué à 500 kg. Le bloc de résine, découvert sur les barres de fer, correspond à une résine de pin et pèse une trentaine de kilo. Il englobait au moins trois amphores et liait le tout à la coque, ce qui fait penser que cette résine était peut-être initialement conditionnée dans des sacs[674].

Le navire n'était vraisemblablement pas chargé à plein lorsque celui-ci a coulé puisqu'un lest de pierres, composé de galets en calcaire gris dont le poids global est estimé à 500 kg environ, a été découvert sur l'avant de l'épave sur une surface couvrant au moins 6 m².

Parmi le matériel de bord, les vestiges d'un vase en bronze, des *tegulae*, des ossements de porc, une plaque en bronze décorée ainsi qu'un burin en fer ont été découverts. Sur l'avant du bateau, trois meules complètes ont également été mises au jour.

Pour finir, des plaques et des bouchons de liège, finis ou à peine ébauchés, ont été mis au jour sur l'épave. Leur découverte évoque la présence sur le navire d'une petite aire de fabrication de ces opercules.

Malgré tout le matériel découvert sur cette épave, la datation du naufrage n'est pas évidente et demeure imprécise. La DRASM propose cependant, sur la base de la céramique découverte à bord, une chronologie basse qui situe le naufrage dans le deuxième quart ou peut-être vers le milieu du I^er^ s. av. J.-C.[675].

[673] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 43.
[674] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 43.
[675] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 43.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[676]

La coque du navire n'a pas été entièrement désensablée ; la partie située au sud-sud-est s'enfonçant sous 1,50 m de sédiments difficiles à dégager, l'épave a été désensablée sur seulement 6 m de long et 1,60 m de large (fig. 91b). Les vestiges conservés correspondent à une section de quille, sept bordages situés à tribord et vingt-huit membrures ou emplacements de membrures et semblent appartenir à un rebord de carène qui se serait affaissé sous le poids des amphores. Lors du dégagement de la coque, le bois est apparu en très mauvais état. L'étude architecturale a été conduite par J.-P. Joncheray qui a publié ses résultats dans l'article exhaustif consacré à l'épave[677].

Lors de la réouverture du site en 1998, à l'occasion d'une des missions *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*, l'étude architecturale réalisée par P. Pomey et son équipe a permis de corriger le plan des vestiges et d'effectuer des observations complémentaires, notamment concernant le système d'assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures[678].

2. Présentation architecturale

La quille, débitée dans du chêne-vert, est de section à peu près carrée, de 11 à 12 cm de côté, en moyenne. Ses joues ne sont pas entaillées par une râblure mais vers l'extrémité, un chanfrein a été observé, de part et d'autre de la quille, à l'endroit où s'appuie le galbord. La quille et le galbord ont été assemblés par tenons et mortaises chevillés.

Le galbord, au contact de la quille, mesure 3,2 à 3,7 cm d'épaisseur contre 2,6 cm au contact du ribord. Le ribord s'amincit également en passant d'une épaisseur de 2,6 cm au contact du galbord à une épaisseur de 2,4 cm au contact de la virure de point. L'ensemble des autres virures de bordé présentent donc cette épaisseur constante de 2,4 cm qui représente une épaisseur relativement modeste pour un bordé. L'ensemble du bordé, réalisé en pin d'Alep, est également assemblé par des tenons, en chêne-vert, insérés dans des mortaises de 5 à 6,5 cm de longueur pour une épaisseur de 5 à 7 mm et tenus en place par des petites chevilles de blocage, également en chêne-vert, de 5 à 8 mm de diamètre. D'après les observations de Joncheray, les mortaises sont extrêmement mal taillées, sans aucun soin, et les tenons qui y prennent place sont de finition grossière.

[676] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 43 ; **Joncheray 1994**, p. 9 et 20.
[677] **Joncheray 1994**, p. 20-28.
[678] **Pomey, Guibal 2003**, p. 52-53.

Le système de membrure, en raison de la mauvaise conservation ou de la disparition de certaines pièces, n'a pu être défini, ni par J.-P. Joncheray, ni par P. Pomey lors de la réouverture du site. La maille a néanmoins pu être évaluée ; elle est de 21 cm en moyenne et il semble qu'elle soit légèrement plus serrée vers l'étambot, sous le vaigrage, là où la membrure devait supporter le poids des barres de fer. Les membrures, débitées dans du chêne caducifolié et du chêne-vert, sont hautes environ de 7 cm et larges de 6,5 cm et sont entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguiller. J.-P. Joncheray a enregistré que la membrure avait été fixée au bordé au moyen de gournables en sapin, dont le diamètre varie de 14 à 16 mm, certaines étant traversées par des clous en fer, enfoncés à partir de l'extérieur. Ce n'est qu'avec la réouverture du site, en 1998, que le système d'assemblage effectif de la membrure au bordé par ligatures a été observé[679]. P. Pomey a en effet relevé que l'assemblage de la membrure au bordé avait été réalisé au moyen de boucles de tresses végétales[680] (fig. 91c) passées à mi-bois dans des évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant et bloquées par des chevilles (fig. 91d). Des petites gorges, entaillées sur le dos des membrures et sur la face externe des bordés (fig. 91e) relient par ailleurs chaque évidement afin de recueillir la ligature et éviter ainsi qu'elle ne soit en proéminence, et donc ne s'use prématurément. Ces gorges sont ensuite bouchées par de la poix, ce qui a empêché Joncheray, à l'époque de la fouille, de faire ces observations. P. Pomey a également relevé les dimensions suivantes pour les points d'assemblage par ligatures : un écartement entre les évidements cylindriques de 2 à 4,5 cm et des chevilles de blocage de même diamètre que les gournables simples, soit de 12 à 15 mm. Ces points d'assemblage par ligatures alternent, à chaque virure, avec de simples gournables[681] (fig. 91f).

Le vaigrage a été observé uniquement entre les membrures M97 et M104. Il est constitué de planches parallèles à la quille qui forment une plate-forme de faibles dimensions (2 × 3 m) dans la partie centrale et arrière du navire. Les planches de cale sont épaisses de 2 cm et aucun clou ne les assemble à la membrure, indiquant qu'il s'agit de vaigres et non de serres.

3. Équipement du navire

[679] **Pomey, Guibal 2003**, p. 52-53.
[680] Concernant le végétal utilisé pour la confection de la tresse d'assemblage, les analyses réalisées au microscope optique et au microscope électronique à balayage par Béatrice Castel, de l'Institut Français Textile-Habillement (Villeneuve d'Ascq) montrent l'emploi de l'aubier provenant d'un résineux. Information inédite communiquée par S. Wicha et tirée de sa thèse *« Caractérisation d'un groupe d'épaves antiques de Méditerranée présentant un assemblage des membrures par ligatures végétales : approche architecturale et paléobotanique »*, non encore soutenue.
[681] Informations non publiées communiquées par M. P. Pomey.

Tout à l'avant du navire, une ancre en fer ainsi que trois ancres en bois à jas de plomb ont été découvertes[682]. Les jas de plomb présentaient des traces de leur verge, taillées dans du chêne-vert[683]. Un plomb de sonde, un plomb de pêche ainsi qu'une barre de fer d'usage indéterminé ont également été découverts du côté de l'étrave du navire[684].

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Dramont C*

Le type architectural du navire *Dramont C* se définit par une charpente axiale constituée d'une petite quille de section quadrangulaire sans doute prolongée, sur ses extrémités, par une étrave et un étambot qui n'ont pas été conservés ; les joues de la quille, sur ses extrémités, sont chanfreinées pour recevoir le galbord et l'ensemble du bordé, monté autour cette charpente axiale, est assemblé à franc-bord au moyen de tenons et mortaises chevillés. La membrure, dont le système n'a pu être déterminé, est composée de pièces de section rectangulaire espacées entre elles de 21 cm en moyenne ; elle est fixée au bordé au moyen d'une alternance de points de ligatures internes bloquées par des chevilles et des gournables simples, renforcées pour certaines par des clous. Ce système, dans lequel le bordé, assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, joue le rôle de structure portante et dominante de la coque et la membrure, qui lui est associée, ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, relève d'un principe de construction « sur bordé »[685]. Les méthodes de construction, également « sur bordé », sont bien attestées pour cette épave sans que les étapes précises de cette construction aient été étudiées. En revanche, J.-P. Joncheray, lors de la fouille, a noté que la construction de ce navire était peu soignée avec notamment des mortaises mal taillées et un échantillonnage disparate des varangues sur lesquelles les trous d'anguiller étaient percés avec des différences de profil notables[686].

F. Type du navire *Dramont C*, espace de navigation et origine

L'échantillonnage faible des pièces de structure révèle un petit navire, à fonds de carène légèrement anguleux, dont la longueur maximale est estimée à 12-14 m pour un port en lourd de 7,5 tonnes[687]. Bien que le massif d'emplanture n'ait pas été conservé, il semble par ailleurs évident que ce petit navire de commerce était propulsé à la voile (fig. 91g).

---

[682] Pour une description de ces ancres, cf. **Joncheray 1994**, p. 29-31.
[683] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 44.
[684] **Joncheray 1994**, p. 23.
[685] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[686] **Joncheray 1994**, p. 33.
[687] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 44 ; **Joncheray 1994**, p. 33.

Concernant son origine et son espace de navigation, les amphores Dressel 1B transportées par ce navire montrent que ce dernier appartenait vraisemblablement à cette noria de bateaux qui alimentaient la Gaule en vins italiens dans la première moitié du I^er^ s. av. J.-C.[688]. C'est donc d'un petit caboteur dont il s'agit, qui effectuait une navigation maritime côtière dans le bassin occidental de la Méditerranée et se dirigeait vers l'Ouest au moment où il fit brutalement naufrage au large de la baie d'Agay.

G. Conclusion

L'étude de l'épave *Dramont C*, qui s'inscrit dans le commerce maritime de la première moitié du I^er^ s. av. J.-C., a également permis de mieux appréhender la vie à bord des navires antiques avec notamment la localisation d'aires de vie, de travail, de stockage et de loisir sur ce petit caboteur[689]. Mais c'est encore une fois sur le plan de la construction navale romaine que cette épave nous fournit de précieux éléments avec la mise en lumière du système d'assemblage original de la membrure au bordé au moyen de ligatures internes bloquées par des chevilles et des gournables simples renforcées, pour certaines, par des clous.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Dramont C* :

BENOIT F.

1960, Nouvelles épaves de Provence (II). 10. Saint-Raphaël. Épave C. Lion de mer, *Gallia*, 18, p. 53.

JONCHERAY J.-P.

1994, L'épave Dramont C, *CAS*, XII, p. 5-51.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 167.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P. et GUIBAL F.

2003, Programme thématique : « Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée ». Épave Dramont C, *Bilan Scientifique DRASSM 1998*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 52-53.

POMEY P., LONG L., L'HOUR M., BERNARD H. et RICHEZ F.

[688] **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 43.
[689] **Joncheray 1994**, p. 33.

1992, Recherches sous-marines. Saint-Raphaël. a) Cap Dramont. Épave : Dramont C, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire*, 1, p. 42-44.

XXVII. L'épave *Plane 1* (France, vers 50 av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Plane 1* repose à l'est de Marseille (Bouches-du-Rhône) (fig. 38), entre l'île Plane et l'île Riou, par 20 m de fond. Elle a été découverte en août 1975 au cours d'une plongée d'exploration par deux plongeurs sportifs, J. Gélindo et P. Vogel qui l'ont aussitôt déclarée[690].

B. Expertise, sondage et réouverture de l'épave[691]

L'année même de sa découverte, l'épave a été expertisée par une équipe de la DRASM qui a procédé à un sondage mettant ainsi au jour une partie du matériel et des vestiges de la coque du navire. Malheureusement, l'épave a également fait l'objet, avant et après l'intervention de la DRASM, de nombreux pillages. Elle n'a jamais été véritablement fouillée.

Le site a cependant été rouvert en 1992 à l'occasion d'une des premières missions du programme *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* que dirigent P. Pomey et F. Guibal dans le but de réaliser une étude architecturale en vue des prélèvements destinés aux analyses dendrochronologiques et dendromorphologiques[692].

C. Matériel mis au jour et datation[693]

La cargaison du navire était composée pour l'essentiel d'amphores vinaires Dressel 1B. La plupart de ces amphores portait une estampille sur la lèvre qui laisse penser que la cargaison était originaire de la cité de Minturnes, située aux confins du Latium et de la Campanie. Un col d'amphore vinaire Lamboglia 2 a également été dégagé.

La cargaison était complétée par une quinzaine de lampes à huile à grénetis, par un abondant lot de céramiques communes à vernis intérieur rouge et par de la céramique étrusco-campanienne à vernis noir. Parmi ces dernières, les grandes patères à vernis noir sont particulièrement intéressantes car elles portent des estampilles (Q.A. et Q.AF) connues également sur la céramique à vernis rouge fabriquée à Arezzo, en Toscane. Une autre

[690] **Liou, Pomey 1985**, p. 556.
[691] **Liou, Pomey 1985**, p. 556 ; **Pomey 1993**.
[692] Cf. **Guibal, Pomey 1998 a** ; **1999** ; **2003**.
[693] **Liou, Pomey 1985**.

catégorie de céramique faisait également partie du matériel découvert sur l'épave. Il s'agit de céramiques « présigillée ».

Une pièce de monnaie a été découverte dans la cavité du mât du massif d'emplanture : il s'agissait d'un as d'origine ibère, de la cité de Tarragone, et datable de la seconde moitié du II^e^ s. av. J.-C., c'est-à-dire antérieur d'un bon demi-siècle à la datation du naufrage qui est située, sur la base du matériel archéologique découvert sur l'épave, aux alentours de 50 av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Le sondage pratiqué sur l'épave en 1975 avait permis de repérer l'axe du navire, avec le massif d'emplanture, alors dessiné par M. Rival et publié dans la monographie consacrée à l'épave de Cavalière[694] (fig. 92a). Les vestiges de la coque n'avaient pas davantage été dégagés et l'épave n'avait donc pas fait l'objet d'une étude architecturale[695].

Ce n'est que lors de la réouverture du site, en 1992, lors d'une des missions *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*, que la coque de l'épave a été étudiée[696]. À cette occasion, l'épave *Plane 1*, restée inédite du point de vue de l'étude architecturale, a fait l'objet d'une étude préliminaire d'ensemble. Les vestiges dégagés correspondent globalement à la partie centrale du navire mais sans la quille et les fonds qui, arrachés lors du naufrage[697], avaient disparu. Une partie des membrures, fixées au bordé, ainsi que du plancher de cale était en revanche encore en place (fig. 92b). Dans la zone nord, le bois était bien conservé, tandis que dans la zone sud, la coque était très abîmée avec des membrures non en place et le plancher de cale effondré. Les résultats de cette étude globale n'ont pas été publiés et je dois à M. P. Pomey le soin de m'avoir confié son cahier de fouille d'où je tire l'essentiel de ces données pour la présentation architecturale de l'épave.

2. Présentation architecturale

Le bordé dégagé est un bordé simple composé de bordages en aulne, larges de 7 à 20,50 cm et épais de 3 cm. Seuls cinq fragments de bordé étaient encore connectés entre eux (pièces 124 à 128 sur fig. 92b) et montrent un assemblage par des tenons longs de 15 cm environ, pour une largeur de 6,5 cm et une épaisseur variant de 6 à 8 mm insérés dans des

[694] **Charlin *et al.* 1978**, p. 76.
[695] **Liou, Pomey 1985**, p. 556.
[696] **Pomey 1993**.
[697] **Pomey, Guibal 2000**, p. 3.

mortaises disposées tous les 5,5 à 7 cm dans les cans des bordages et tenus en place par des petites chevilles tronconiques de 8-10 mm de diamètre insérées à partir de l'intérieur de la coque.

Le système de membrure, en raison du mauvais état de conservation des vestiges et de leur position bouleversée, est impossible à déterminer mais des varangues, reconnaissables grâce aux trous d'anguiller percés sur leur face inférieure, des demi-couples et des allonges ont été identifiés. Ces pièces de membrures, débitées dans de l'aulne et du peuplier, sont de section rectangulaire avec une hauteur atteignant les 20 cm pour une largeur maximale de 12 cm. Elles sont fixées au bordé au moyen de points de ligatures qui alternent, au niveau de chaque virure, avec des gournables simples (fig. 92c). Les points de ligatures sont réalisés au moyen de ligatures végétales – dont le matériau n'a pas été analysé – passées à mi-bois dans des couples d'évidements cylindriques percés dans la hauteur des membrures et du bordé correspondant et reliés, sur le dos des membrures et la face externe des bordés, par des gorges destinées à protéger la ligature d'une usure prématurée ; elles sont bloquées dans leur passage par des chevilles et les gorges, une fois l'assemblage réalisé, sont bouchées avec de la poix. Les chevilles de blocage, comme les gournables simples, sont en sapin et présentent un diamètre similaire qui varie de 15 à 19 mm.

Certaines membrures présentent, entaillées sur leur dos, des feuillures disposées en vis-à-vis sur leurs angles et destinées à l'encastrement du massif d'emplanture qui n'a pas été conservé, probablement suite à l'ouverture du sondage pratiqué en 1975 sur le site. La pièce d'emplanture, dessinée à l'époque par M. Rival (fig. 92a) est une pièce classique, de 4,16 m de longueur, de section rectangulaire, de 20 cm d'épaisseur et de 30 cm de large sur l'extrémité la plus large, qui s'amincit pour atteindre, au niveau de l'autre extrémité, une largeur de 16 cm. La face supérieure du massif est creusée de cavités, pour le logement du pied de mât et des pièces de soutènement, sa face inférieure présente des encoches qui étaient destinées à l'encastrement de la pièce sur le dos des membrures.

Enfin, des fragments du plancher de cale ont été conservés en place et comprennent des vaigres de 3 cm d'épaisseur, des serres plus épaisses, de 4,5 cm et clouées directement sur le dos des membrures et des planches de payols (n°108 à 110 sur la fig. 92b) de 3,7 cm d'épaisseur. Sur un des fragments de payol (n°108), P. Pomey a observé des traces d'encoche pour l'encastrement de l'extrémité du massif d'emplanture. Serres et vaigres ont été débitées dans du pin d'Alep et du sapin.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Plane 1*

Le type architectural du navire *Plane 1* se définit par une charpente axiale qui n'a pas été conservée, un bordé simple assemblé à franc-bord par tenons et mortaises chevillés et auquel est associée une membrure dont le système n'a pu être défini mais qui lui est fixée au moyen d'une alternance, au niveau de chaque virure, d'un point de ligature interne bloquée par deux chevilles et d'une gournable simple. Le massif d'emplanture, encastré sur le dos des varangues sur une longueur de plus de 4 m jouait également un rôle de renfort longitudinal, de même que les serres qui étaient clouées sur le dos des membrures. Ce système architectural, dans lequel le bordé, assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, joue le rôle de structure portante et dominante de la coque tandis que la membrure ne joue qu'un rôle secondaire de renfort interne, relève d'un principe de construction classique « sur bordé »[698]. Les méthodes de construction employées semblent à l'évidence relever également de procédés « sur bordé ».

F. Type du navire *Plane 1*, espace de navigation et origine

En raison du peu d'éléments mis au jour, il est difficile d'appréhender le type du navire *Plane 1*. Néanmoins, les vestiges de coque et le matériel mis au jour renvoient à l'évidence à un navire de commerce, propulsé au moyen d'une voile sans qu'il soit pour autant possible d'en déterminer les formes, les dimensions et le tonnage.

Concernant son espace de navigation et son origine, ce navire est vraisemblablement, après l'épave *Dramont C*, un autre témoin de l'exportation du vin vers la Gaule venu de Campanie au I^er^ s. av. J.-C. (cf. *supra*, § précédent). Par ailleurs, la céramique étrusco-campanienne aurait été embarquée, d'après B. Liou et P. Pomey, au cours d'une escale à Pise[699]. Comme le navire *Dramont C*, le navire *Plane 1* correspondrait donc à un navire de cabotage évoluant dans l'espace maritime côtier du bassin occidental de la Méditerranée.

G. Conclusion

L'épave *Plane 1* est importante essentiellement en raison des coupes pré-arétines à vernis rouge et des grandes patères à vernis noir qu'elle a livré. Les patères, qui portent des estampilles connues depuis longtemps sur la céramique à vernis rouge, constituent en effet pour les spécialistes du commerce antique, une preuve définitive de la filiation directe dans

[698] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[699] **Liou, Pomey 1985**, p. 559.

les mêmes ateliers d'Arezzo entre les productions à vernis noir et celles à vernis rouge[700]. Témoin de l'exportation vers la Gaule du vin venu de Campanie au I^er^ s. av. J.-C., l'épave *Plane 1* constitue en outre un jalon important pour la connaissance de l'exportation par voie maritime des productions de céramique arétine.

Sur le plan de la construction navale antique romaine, l'épave *Plane 1* vient par ailleurs s'ajouter au groupe de bateaux découverts en Méditerranée occidentale qui se caractérise par à un bordé assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés, associé à une membrure dont le système d'assemblage est constitué de ligatures internes bloquées par des chevilles et alternées avec des gournables simples.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Plane 1* :

LEQUÉMENT R. et LIOU B.

1976, Céramique étrusco-campanniene et céramique arétine, à propos d'une nouvelle épave de Marseille, dans *Mélanges offerts à Jean Heurgon*, coll. De l'École Française de Rome, 27, Rome, p. 587-603.

LIOU B. et POMEY P.

1985, Informations archéologiques. Recherches sous-marines. L'épave Plane 1, *Gallia*, 43, p. 556-559.

POMEY P.

1993, Prospection thématique, *Bilan Scientifique DRASM 1992*, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, Paris, p. 44.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 313.

POMEY P. et GUIBAL F.

2000, Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée (Bouches-du-Rhône et Var), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

[700] **Lequément, Liou 1976**.

XXVIII. L'épave *Cap Béar 3* (France, troisième quart du I^er^ s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave dite *Cap Béar 3* se situe sur la côte des Pyrénées orientales, entre Port-Vendres et la pointe du Cap Béar (fig. 38), sur un fond de 40 m. Découverte en août 1982 par Dali Colls (Laboratoire d'archéologie de Perpignan), Yves Cravatto et Alain Vesse, l'épave se signalait uniquement par la présence de quelques panses d'amphores qui émergeaient du sédiment composé de sable coquiller et vaseux assez fin[701].

B. Fouille de l'épave[702]

Située dans une zone très fréquentée par les plongeurs, et donc menacée de pillages, l'épave a fait l'objet, l'année même de sa découverte, d'une fouille de sauvetage sous la direction de D. Colls. Au cours de cette campagne, trois sondages ont été réalisés et ont montré l'intérêt de ce gisement. Trois types d'amphores d'origine différentes avaient effectivement été mis au jour ainsi que du bois de la coque qui apparaissait directement sous les amphores.

Une fouille programmée a ensuite été mise en place et s'est déroulée de 1983 à 1986, toujours sous la direction de D. Colls.

C. Matériel mis au jour et datation[703]

La cargaison du navire était composée de trois types d'amphores d'origines différentes dont l'association, dans un même chargement, était jusqu'à présent inédite. Il s'agit d'environ 200 amphores vinaires de type Dressel 1B en provenance d'Italie centro-méridionale, d'une trentaine d'amphores vinaires de type Pascual 1 originaires de la côte catalane, en Tarraconaise, et d'une quinzaine d'amphores à salaison de type Dressel 12 d'Espagne du Sud. Seules les amphores Pascual 1 étaient estampillées.

La présence simultanée de ces trois types d'amphores permet de situer le naufrage du navire *Cap Béar 3* dans le troisième quart du I^er^ s. av. J.-C.

---

[701] **Colls 1982**.
[702] **Liou, Colls 1982** ; **Colls 1982** ; **1986 a**.
[703] **Liou, Pomey 1985** ; **Colls 1986 b** ; **Liou 1987**, p. 273 ; **Chevalier 1990**, p. 40 ; **Pomey, Long *et al.* 1992**, p. 4.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les campagnes de fouille de 1985 et 1986 ont été consacrées au relevé et à l'analyse des vestiges de la coque du navire. Le fragment de coque conservé concerne un fond de carène orienté selon un axe nord-sud de 8,20 m de long sur 8,70 m de largeur comprenant une section de quille, une partie du bordé et des membrures en place, le massif d'emplanture ainsi qu'une grande partie du plancher de cale (fig. 93a). Le bois de ces vestiges était relativement bien conservé.

Les résultats de l'étude architecturale, conduite par D. Colls, n'ont fait l'objet d'aucune publication. Les quelques indications dont on dispose ont été publiées par P. Pomey dans la revue *Gallia Informations* et par Y. Chevalier dans un acte de colloque consacré à Narbonne dans l'Antiquité[704]. Seul l'accès aux rapports de fouille déposés au DRASSM m'ont permis d'examiner des relevés et des clichés photographiques de détail[705].

2. Présentation architecturale

Aucun détail concernant la quille du navire n'est donné ni dans les publications, ni dans les rapports de fouille. En revanche, une coupe transversale de la coque, dessinée par D. Colls (fig. 93b) montre une quille de section trapézoïdale d'environ 21 cm de hauteur pour une largeur, au point le plus large, d'environ 20 cm. Ses faces latérales, dans sa partie supérieure, sont par ailleurs chanfreinées pour recevoir le galbord. Celui-ci, de section quadrangulaire, de 4 cm d'épaisseur, est apposé contre la quille selon un angle très faible, déterminant ainsi une section de carène aux fonds légèrement anguleux.

Le navire présente ensuite un bordé simple, non doublé d'une couverture de plomb. Les virures, également épaisses comme le galbord de 4 cm, sont assemblées entre elles au moyen de languettes insérées dans des mortaises creusées dans les cans des bordages et tenues en place par des petites chevilles enfoncées à partir de l'intérieur de la coque. Aucune indication n'est donnée sur les dimensions des pièces d'assemblage ni même sur leur disposition.

Le système de membrure est constitué d'une alternance classique et régulière de varangues et de demi-couples. Là encore, aucune indication n'est donnée sur la maille – qui semble, d'après le relevé général, être relativement serrée – et sur les dimensions des pièces. D. Colls a noté en revanche que la membrure avait été assemblée au bordé au moyen de

[704] **Pomey, Long *et al.* 1988** ; **Chevalier 1990**.
[705] **Liou, Colls 1982** ; **Colls 1982** ; **1986 a**.

ligatures végétales et de gournables. Pour chaque membrure, le schéma d'assemblage est assez régulier et alterne, pour les virures successives en partant de la quille, un point d'assemblage par ligatures et une gournable simple (fig. 93b). L'alternance se fait à la fois dans le sens transversal et à la fois dans le sens longitudinal produisant ainsi un schéma global en quinconce (fig. 93c). En ce qui concerne les points d'assemblage par ligatures, chaque ligature, constituée d'une tresse végétale[706], est passée en boucle dans un couple d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant ainsi que dans des gorges creusées entre chaque évidement sur le dos de la membrure et la face externe du bordé (fig. 93d, fig. 93e et fig. 93f). Une fois l'assemblage réalisé, la tresse est bloquée dans son passage par l'insertion de chevilles enfoncées pour l'une à partir de l'intérieur, et pour l'autre, à partir de l'extérieur. Ces chevilles assurent de surcroît l'étanchéité de l'assemblage. Les gorges, destinées à recueillir les ligatures, permettaient d'éviter qu'elles ne soient en proéminence à l'intérieur et à l'extérieur de la coque et empêchaient ainsi leur usure prématurée.

Le massif d'emplanture a été retrouvé en place, le long de l'axe longitudinal du navire. Cette pièce est conservée sur 3,24 m de long. Elle est encastrée sur les varangues par un jeu d'entailles ménagées dans la face inférieure du massif et sur le dos des varangues. Sa largeur est évolutive et passe brusquement de 20 cm dans sa partie sud à 13 cm vers le Nord, à la suite d'un étranglement. Les cavités destinées à recevoir le pied de mât n'ont pas été retrouvées. Une petite carlingue prolonge le massif d'emplanture vers le Nord sur une longueur de 1,50 m. Sa largeur est de 12 cm et son épaisseur de 7 cm.

Le plancher de cale a été retrouvé en place sur les membrures. Il est constitué de vaigres mobiles alternées avec des serres de renfort longitudinal. Les serres sont de plus forte section que les vaigres avec une largeur moyenne de 21 cm et une épaisseur de 3,5 à 4 cm. Aucune dimension n'est donnée pour les vaigres.

Pour terminer, une planche de 1,20 m de longueur a été dégagée dans la zone sud du gisement. Son épaisseur est de 4 à 5 cm. Cette planche est en place et se situe de champ sur la coque selon une orientation Nord.Ouest–Sud.Est et forme un angle de 30° avec le bordé. L'identification de cette pièce est incertaine, mais il pourrait s'agir, selon D. Colls, de « la base d'une cloison disposée comme un brise-lame qui renforcerait une des extrémités du bateau et isolerait un compartiment terminal ».

[706] Concernant le végétal utilisé pour la confection de la tresse d'assemblage, les analyses réalisées par J.-L. Vernet (Laboratoire de Paléoenvironnement, Anthracologie et Action de l'Homme, Institut de Botanique, Montpellier) montrent l'emploi de l'aubier provenant d'une cupressacée (cyprès ou genévrier) (cf. **Wicha 2004**, note 4, p. 137).

Les analyses xylologiques montrent que la coque du navire *Cap Béar 3* a été essentiellement construite en épicéa tandis que les éléments d'assemblage ont été réalisés en chêne-vert pour les tenons et les petites chevilles de bordé et en sapin pour les gournables de blocage des ligatures[707].

3. Équipement du navire[708]

Concernant l'équipement du navire, un élément de tuyauterie en plomb, à mettre en relation avec la pompe de cale, ainsi que deux grandes ancres en fer ont été découvertes.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Cap Béar 3*

Le type architectural du navire *Cap Béar 3* se définit par une charpente axiale constituée d'une quille de section trapézoïdale et probablement prolongée, sur ses extrémités, par une étrave et un étambot qui n'ont pas été conservés ; les joues de la quille, dans sa partie supérieure, sont chanfreinées pour recevoir le galbord qui est apposé selon un angle relativement faible déterminant ainsi des fonds de carène légèrement anguleux. L'ensemble du bordé est assemblé par tenons et mortaises chevillés et la membrure qui lui est associée est composée d'une alternance régulière de varangues et de demi-couples fixés aux virures par une alternance de points de ligatures internes bloquées par des chevilles et des gournables simples. Le massif d'emplanture et les serres participent au renfort longitudinal de la carène. Ce système, avec un bordé entièrement assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, qui joue le rôle de structure portante et dominante de la carène et une membrure qui joue un rôle de renfort transversal secondaire, relève donc d'un principe de construction « sur bordé »[709]. Les méthodes de construction employées pour ce navire relèvent à l'évidence également de procédés « sur bordé » sans pour autant que les étapes précises de cette construction aient été étudiées.

F. Type du navire *Cap Béar 3*, espace de navigation et origine

L'épave *Cap Béar 3* semble correspondre à un petit navire de commerce aux fonds légèrement anguleux dont la longueur originelle est restituée à 12-15 m et qui était propulsé à la voile. Selon B. Liou, sa cargaison montre qu'il s'agissait vraisemblablement d'un caboteur

[707] **Wicha *et al*. 2003**, p. 235.
[708] **Colls 1982**.
[709] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

assurant un commerce essentiellement de redistribution avec les amphores Dressel 1B et les amphores Dressel 12, sans doute venues d'Italie et de Bétique lors d'un précédent voyage, et qui auront été chargées dans un entrepôt de Tarragone et étaient probablement destinées à Narbonne, tout comme les amphores Pascual 1[710]. Selon une autre hypothèse suggérée par P. Pomey, les amphores Dressel 1B pourraient également être des imitations espagnoles[711] et l'on serait alors en présence d'un caboteur effectuant un commerce de redistribution uniquement dans la région de Narbonne et de Catalogne. L'épave *Cap Béar 3* s'inscrit, dans tous les cas, dans la région de Collioure et Port-Vendres au sein de cette série d'épaves découvertes le long de la côte des Pyrénées orientales et qui témoignent du courant de diffusion ou de redistribution du vin de Tarraconaise par des bateaux de petite taille naviguant par cabotage le long des côtes[712]. Cependant, comme pour l'épave de Cavalière (cf. *supra*, p. n° XXIV), son lieu de construction, avec une aire de distribution préférentielle de l'épicéa dans les Alpes Dinariques, la Bosnie et l'ouest de la Croatie, est plutôt à situer en Méditerranée centrale ou orientale[713]. Mais encore une fois, si ce décalage entre zone de construction et espace de navigation est surprenant, il n'est peut-être pas aussi étonnant qu'il n'y paraît dans une Méditerranée pratiquement entièrement pacifiée et où le commerce maritime est intense.

G. Conclusion

L'épave *Cap Béar 3*, au-delà de son intérêt pour le commerce maritime de l'époque dans cette zone de la Méditerranée occidentale, représente une découverte importante dans le domaine de la construction navale antique. En effet, avec l'épave *Cap Béar 3*, qui présente des éléments d'assemblage par ligatures, c'est, selon les termes de P. Pomey, « la première fois qu'un tel exemple est attesté dans la partie la plus occidentale de la Méditerranée. D'autre part, le recours à un système partiel de ligatures pour le seul assemblage des membrures, alors que le reste de la structure et notamment les bordés sont assemblés de façon habituelle par tenons et mortaises, est tout à fait unique et pour le moins surprenant sur le plan technique. »[714]. Cette épave marquera en fait le début de toute une série de découvertes d'épaves, toutes également situées dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, et qui présenteront le même système d'assemblage de la membrure au bordé par ligatures en association avec un bordé assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés.

[710] **Liou 1987**, p. 273.
[711] Pour la question des imitiations des amphores Dressel 1B, cf. **Millet 1996**.
[712] **Chevalier 1990**, p. 39.
[713] **Wicha *et al.* 2003**, p. 236.
[714] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 3.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Cap Béar 3* :

CHEVALIER Y.

1990, Le commerce maritime antique de la côte catalane, dans *Narbonne et la Mer, de l'Antiquité à nos jours, Catalogue d'exposition, Musée Archéologique de Narbonne, Été – Automne 1990,* Musées de Narbonne, Narbonne, p. 39-41.

COLLS D.

1982, Cap Béar III, , Rapport de fouille 1982, archives DRASSM, non publié.

1986 a, Cap Béar 3, Rapport de fouille 1986, archives DRASSM, non publié.

1986 b, Les amphores léétaniennes de l'épave Cap Bear III, *Revue des Études Anciennes*, 88, 1-4, p. 201-213.

LIOU B.

1987, L'exportation du vin de Tarraconaise d'après les épaves, dans *El vi a l'Antiguitat, Economia, producció i comerç al Mediterrani occidental, Actes I col.loqui d'arqueologia romana, Badalona, nov.-déc. 1985,* Museu de Badalano, Monografies badalonines núm. 9, Badalone, p. 271-284.

LIOU B. et COLLS D.

1982, Rapport sur la campagne de fouille de 1982, archives DRASSM, non publié.

LIOU B. et POMEY P.

1985, Informations archéologiques. Recherches sous-marines, l'épave Cap Béar 3, *Gallia*, 43, p. 547-551.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 97-98.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P., LONG L., L'HOUR M., BERNARD H. et RICHEZ F.

1988, Recherches sous-marines. Épave : Cap Béar 3, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire. 1987-1988*, 1, Éditions du CNRS, Paris, p. 2-3.

1992, Recherches sous-marines. Épave : Cap Béar 3, *Gallia Informations*, *Préhistoire et Histoire*, 1, p. 3-4.

WICHA S., GUIBAL F. et MÉDAIL F.

2003, Archaeobotanical characterisation of three ancient Mediterranean shipwrecks, dans Fouache É. (ed.), *The Mediterranean World Environment and History, Paris, avril 2002*, Éditions Elsevier, Paris, p. 233-237.

XXIX. L'épave de Comacchio (Italie, dernier quart du I^er s. av. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[715]

Comacchio se situe au nord de Ravenne (Émilie Romagne), sur le littoral de la mer Adriatique (fig. 38). C'est à la périphérie de cette ville, sur le tracé initial du canal collecteur – principal canal de drainage de la vallée du Pô – que l'épave d'un navire romain, appelé également « le navire de Valle Ponti » ou *« Fortuna Maris »*, a été découverte, immergée dans l'eau de la nappe phréatique. La présence de l'épave a été révélée à l'automne 1981 lors de travaux de dragage du canal. Plusieurs pièces de bois, qui appartenaient à la proue du navire, ainsi que des fragments de céramique avaient alors été portés à la surface et signalés par le *Gruppo Archeologico Comacchiese* au Musée Archéologique National de Ferrare. Les fragments de bois ayant immédiatement été identifiés comme appartenant au bordé d'une embarcation, toute une série d'interventions et de campagnes de fouilles fut alors mise en place et conduite par la Surintendance des Biens Culturels de l'Émilie Romagne, sous la direction de Fede Berti (Musée National de Ferrare).

B. Fouille de l'épave[716]

La première opération s'est déroulée en juin 1981. Il s'agissait alors d'une expertise pour évaluer la chronologie et l'état de conservation du navire. À cette occasion, 5 m² ont été ouverts, mettant au jour une partie du flanc occidental de l'épave avec la cargaison du navire encore en place. À la suite de cette expertise, l'ensemble de la cargaison fut récupéré et l'épave fut à nouveau immergée dans l'eau de la nappe phréatique, les vestiges de la coque ne pouvant être fouillés et traités par manque de moyens techniques et financiers.

La deuxième intervention s'est déroulée quelques années plus tard, au cours de l'automne 1986 et de l'hiver 1986-1987. Lors de cette opération, le vaigrage fut prélevé ainsi que toutes les pièces se trouvant à l'intérieur la coque, y compris les membrures. Seuls ont été laissés en place les couples de revers qui soutenaient la préceinte et le flanc gauche du navire. À la suite de cette opération, le fond de carène du navire a de nouveau été remis en eau et les éléments du navire prélevés ont été déposés au laboratoire de restauration de Comacchio.

La coque de l'épave fut finalement récupérée au cours de l'hiver 1988-1989 au moyen d'un berceau de bois qui s'adaptait aux déformations de la structure. L'ensemble, pris dans un cadre métallique, fut soulevé et transporté également au laboratoire de Comacchio. Après avoir été libérée de son cadre, la coque, ainsi que les éléments de la charpente interne

[715] **Bondesan, Dal Cin et Monari dans Berti (dir.) 1990**, p. 13.
[716] **Berti dans Berti (dir.) 1990**, p. 26.

précédemment prélevés, ont été immergés dans un bassin pour y être conservés en attendant d'être restaurés.

Un projet de restauration du navire de Comacchio a ensuite été mis en place par Constantino Meucci (Institut Central de Restauration de Rome) et devrait normalement aboutir à la présentation au public du navire dans son ensemble[717]. Durant toute la période du traitement et du remontage de l'épave, il était par ailleurs prévu de réaliser une structure transparente et climatisée qui isolerait le bois de l'épave du milieu extérieur afin que le public puisse assister, avant la présentation définitive du navire, à toutes les phases de la restauration. Pour le moment, le navire est toujours en cours de restauration et n'est finalement accessible ni au public ni à la communauté scientifique.

C. Matériel mis au jour et datation[718]

Le chargement principal du navire était constitué de 102 lingots de plomb, d'amphores pour le transport de denrées alimentaires et de rondins de buis. De la sigillée de l'Italie du Nord ainsi que six petits temples votifs en feuille de plomb faisaient également partie de la cargaison. Le matériel céramique ainsi que les lingots de la cargaison, estampillés au nom d'*AGRIPPA*, ont permis de dater le navire avec certitude de l'époque augustéenne et plus précisément du dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[719]

La coque du navire, ensevelie sous des sédiments fluviaux (sable et boue), nous est parvenue dans un état de conservation admirable. Elle a été préservée sur un peu plus de 20 m de long et 5,70 m de large avec trente deux membrures en place ainsi que l'ensemble du vaigrage (fig. 94a). La partie bâbord a été conservée jusqu'à la première préceinte, encore en connexion avec l'étambot. Vers la proue, en revanche, les virures du bordé se sont détachées et superposées. Il manque donc toute la partie avant du navire ainsi que le flanc tribord. Par ailleurs, le bordé est entaillé à hauteur de l'étambot. Néanmoins, il s'agit de l'une des plus importantes découvertes archéologiques effectuée dans le delta de Ferrare et certainement de l'une des épaves antiques les plus complètes mises au jour (fig. 94b).

[717] **Meucci et Berti 1997**.
[718] **Berti 1986 a**, p. 32 ; **dans Berti (dir.) 1990**, p. 53-76.
[719] **Berti dans Berti (dir.) 1990,** p. 29.

Malheureusement, aucune véritable étude d'architecture navale n'a été effectuée sur le navire de Comacchio et la documentation publiée ne comporte pas de relevé précis, notamment sur les assemblages des différentes pièces de construction ainsi que sur les sections transversales et sur l'axe longitudinal. L'exposition des données par F. Berti est par ailleurs bien souvent maladroite ou imprécise et difficile à exploiter. Néanmoins, grâce à M. Marco Bonino qui a pu effectuer des coupes transversales sur l'épave ainsi que de nombreux croquis ayant trait essentiellement aux assemblages, j'ai pu bénéficier de documents de première main qu'il a généreusement mis à ma disposition lors de la réalisation du modèle d'étude portant sur les assemblages par ligatures du navire de Comacchio (cf. *infra*, p. 531). Mme Giulia Boetto, qui a également vu l'épave et a pu s'entretenir avec F. Berti, m'a également communiqué des informations précieuses concernant la construction du navire. La présentation et l'étude architecturale que je donne du navire de Comacchio reposent donc sur les publications[720], complétées par cette documentation originale et non publiée et les informations communiquées par G. Boetto.

2. Présentation architecturale

Le navire de Comacchio ne possède pas de véritable quille mais une planche axiale, de même épaisseur que le reste du bordé (5 cm) qui s'épaissit au niveau de ses extrémités (7 cm) pour donner lieu aux pièces d'étrave et d'étambot. Cette planche axiale, ou virure centrale, débitée dans de l'orme, est longue de 12,12 m et présente un profil de forme trapézoïdale avec une largeur supérieure de 20 cm et une largeur inférieure de 11,5 cm. Au niveau de la poupe, la virure centrale est assemblée à la pièce que F. Berti appelle *« dritto di poppa »* au moyen d'un écart en biseau renforcé par des clous en fer[721]. Cette pièce, également débitée dans de l'orme, est conservée sur une longueur de 3,70 m ; elle est d'abord épaisse de 7 cm et rectiligne sur une longueur de 2 m puis forme un angle, en même temps qu'elle s'épaissit, et se relève sur une hauteur de 1,70 m. Sur la partie rectiligne, la pièce est "surcreusée" intérieurement afin, vraisemblablement, d'être à niveau avec les virures adjacentes pour les assemblages (fig. 94c). La partie relevée présente ensuite un profil plutôt complexe (fig. 94d et fig. 94e) avec une râblure sur sa face intérieure et elle mesure alors 35 cm d'épaisseur pour une largeur de 34 cm. De plus, l'extrémité de ce *"dritto di poppa"* est aménagée pour un assemblage avec une autre pièce de construction qui se développait dans son prolongement et qui n'a pas été conservée. D'après les photographies (fig. 94f), il s'agirait d'un aménagement pour un assemblage en adent, les adents étant des sortes d'entailles qui s'emboîtent les unes dans les autres et servent à lier et assembler deux pièces de charpente afin d'empêcher leur

[720] **Berti 1982** ; **1985** ; **1986 a** ; **1986 b** ; **1992** ; **1995** ; **1995-1996** ; **Berti (dir.) 1990**. Je m'appuierai notamment sur la publication de 1990 éditée sous la direction de F. Berti lors de la présentation des fouilles au public (Comacchio, Palais Bellini, printemps 1990). Je me référerai également à l'article de **Bonino 1985**.
[721] Information G. Boetto.

disjonction ou leur séparation. De plus, on distingue sur la face supérieure une clef verticale, bloquée par une cheville en chêne vert, qui traversait toute la largeur de la pièce à 20 cm du sommet. On peut penser que cette clef chevillée est un élément de blocage du système d'assemblage du *"dritto di poppa"* avec une pièce de charpenterie qui a disparu[722]. L'aménagement en saillie de la partie haute de cette pièce pour un assemblage avec un autre élément indique par ailleurs qu'il s'agit en réalité d'une pièce appartenant à un ensemble plus complexe qui n'a pas été entièrement conservé. On est vraisemblablement là en présence d'un complexe d'étambot, c'est-à-dire d'un ensemble de pièces assemblés par des écarts plus ou moins complexes tels que les écarts à adents, et constituant la terminaison de la charpente axiale du navire. La pièce conservée que F. Berti appelle improprement *"dritto di poppa"* serait en fait le brion d'étambot, c'est-à-dire une pièce de bois courbe formant jonction entre la quille et l'étambot[723], normalement prolongée dans sa partie supérieure par la pièce d'étambot qui a disparu. Le même type d'aménagement devait se trouver à la proue. Il ne reste de ce complexe d'étrave que le brion conservé sur une longueur de 1,82 m (correspondant à la partie rectiligne de la pièce) et encore assemblé à la virure centrale.

L'élément longitudinal portant du navire de Comacchio était donc composé de plusieurs pièces : une virure centrale prolongée, à la proue et à la poupe, par un complexe d'étrave et un complexe d'étambot (fig. 94g).

La largeur des virures du bordé conservé, entièrement réalisées en orme, varie de 17 à 29 cm pour une épaisseur constante de 5 cm. Elles sont assemblées entre elles à franc-bord au moyen de ligatures pour toutes les parties basses de sa carène, soit jusqu'à la première préceinte correspondant à la treizième virure[724] (fig. 94h), tandis que les virures du haut de la carène semblent liées entre elles par des tenons et mortaises chevillés. Les assemblages des extrémités des bordages sont réalisés au moyen de joints en biseau fixés par des clous en fer horizontaux et les virures situées à la poupe du navire sont également fixées au complexe d'étambot au moyen de clous en fer. Il devait en être de même à la proue où l'étrave n'a pas été conservée. Une concrétion qui contenait de nombreux clous a d'ailleurs été retrouvée dans l'épave de Comacchio. Ces clous, qui faisaient certainement partie de la caisse à outil du charpentier de bord, présentent une tête circulaire et une section carrée de 5 mm. La longueur de ces clous, lorsqu'elle a pu être mesurée, varie entre 9 et 10,5 cm[725].

En ce qui concerne les assemblages par ligatures des parties basses de la carène (fig. 94c), ceux-ci sont réalisés au moyen de ligatures végétales en alfa (*Stipa tenacissima* (L.)

[722] À l'inverse de F. Berti qui a proposé de voir dans ce trou de section carrée, traversé par une cheville, un élément appartenant à un système de halage (Information G. Boetto).
[723] Le brion est généralement en relation avec l'étrave mais il existe également des brions d'étambot (ex. de l'épave de la Madrague de Giens, cf. **Rival 1991**, p. 156).
[724] Comptage effectué sur un relevé fourni par M. M. Bonino et non publié.
[725] **Berti (dir.) 1990**, note 4, p. 34.

Stapf)[726] passées par des canaux obliques pratiqués sur les faces supérieures des virures, à environ 4 cm du bord, et qui aboutissent sur le can des mêmes virures, à des cavités de forme rectangulaire (fig. 94i). Ces cavités mesurent 1,8 sur 1,5 cm et sont espacées, de même que les canaux obliques, de 6 à 8 cm. Sur les joints des virures, un rouleau d'étanchéité, superposé intérieurement à l'assemblage, assure l'étanchéité du système. Ce rouleau est constitué de fibres de tilleul recouvertes d'un tissu de laine enduit de poix. La ligature est passée dans les canaux à la fois transversalement – et longitudinalement ? – et à la fois diagonalement, selon les deux orientations, afin de dessiner des X encadrés par des traits transversaux – et longitudinaux ? (fig. 94j). Une fois la ligature en place, celle-ci est bloquée dans son passage par des petites chevilles en frêne, en cornouiller ou en tilleul qui assurent, de surcroît, l'étanchéité du système (fig. 94c). Dans ce système, aucune cheville horizontale ou tenon n'est utilisé pour maintenir les virures en place dans une phase de pré-assemblage.

Au niveau de la première préceinte, dont l'épaisseur est de 7 cm, on passe ensuite à un autre type d'assemblage. Si la préceinte est en effet assemblée avec la virure inférieure par ligatures, elle présente en revanche, dans sa partie supérieure, un aménagement pour un assemblage avec la virure supérieure (qui n'a pas été conservée) par tenons (en chêne-vert) et mortaises chevillés avec des mortaises larges de 8 cm, épaisses de 5 mm, et espacées d'environ 12,5 cm selon une disposition légèrement en quinconce (fig. 94f et fig. 94k). En raison de la disparition des parties hautes, on ne sait malheureusement pas si ce type d'assemblage intéressait tout le haut de la carène du navire de Comacchio ou seulement cette zone, adjacente à la préceinte.

Le système de membrure ne présente pas l'alternance classique des varangues et des demi-couples des navires antiques de l'époque hellénistique et républicaine[727] mais une succession de longues varangues plates avec, à partir du niveau du bouchain, et intercalés entre ces varangues, des couples de revers[728] (fig. 94l). Ce système de membrure, où des couples de revers sont intercalées, dans les parties hautes, entre les varangues, se rencontre sur l'épave grecque archaïque *Jules-Verne 7* (cf. *supra*, p. 185). Cet aménagement est aussi caractéristique des embarcations dites "gallo-romaines de tradition celtique" et notamment du navire de type fluvio-maritime *Blackfriars 1*, daté du milieu du II^e^ s. apr. J.-C. (cf. *supra*, p. 256) qui présente cette même alternance de varangues plates et de couples de revers (fig. 94m)[729]. La maille de la membrure est régulière et relativement large. Elle est de l'ordre de 45 cm environ, excepté au centre du navire où un intervalle important de 60 cm forme une sorte de couloir transversal (fig. 94n). Ce couloir, d'après F. Berti, est un espace destiné à la

[726] Pour la détermination du végétal employé pour la confection de la ligature, cf. **Meucci, Berti 1997**, p. 1. Il n'est cependant pas précisé quel laboratoire a effectué ces analyses.
[727] **Basch 1972**, p. 43 ; **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 242.
[728] Ce que F. Berti appelle improprement des *« staminali »*, c'est-à-dire des allonges (cf. **Berti (dir.) 1990**, p. 32).
[729] Pour le navire *Blackfriars 1*, cf. **Marsden 1994**, p. 33-80.

récupération et à l'évacuation des eaux de sentine[730]. Cette hypothèse semble peu pertinente, tout d'abord parce que la circulation de l'eau sur un navire est un problème longitudinal et non transversal[731], et ensuite parce que la localisation d'une pompe de cale, s'il y en a eu une, dans la partie centrale du navire semble peu probable[732]. Cette rupture dans le rythme de la membrure est peut-être liée, comme l'a proposé M. Bonino, à la localisation d'une emplanture de mât (cf. *infra*).

Les varangues, débitées dans du chêne caducifolié, présentent une section rectangulaire de 16 cm de hauteur (au centre) pour une largeur de 12 cm ; elles sont rectilignes, sur toute leur longueur (3,90 m) avec seulement les extrémités cintrées, au niveau de la courbure des flancs. Elles sont entaillées, sur leur face inférieure, d'évidements rectangulaires, larges d'environ 10 cm, destinés au passage des rouleaux d'étanchéité. Au niveau du bouchain, ces entailles sont de forme trapézoïdale. On relève également, au niveau de la virure centrale, la présence d'un trou d'anguiller de 4 cm de large destiné au passage des eaux de sentine. Au niveau de la poupe, en revanche, avec les flancs qui se resserrent pour fermer la carène, les couples sont dévoyés afin de rester perpendiculaires aux virures (fig. 94g). Il devait en être de même au niveau de la proue. Les couples de revers ont également été réalisés en chêne caducifolié.

Les membrures sont fixées au bordé au moyen de gournables et de ligatures. Les gournables sont disposées en quinconce sur la coque, à raison d'une gournable toutes les deux virures, à l'exception de la virure centrale qui ne reçoit aucune gournable. Les ligatures, constituées de tresses en alfa (*Stipa tenacissima* (L.) Stapf)[733] (fig. 94o), assemblent les membrures au bordé à partir d'évidements pratiqués dans les virures. Elles sont passées transversalement sur le dos des membrures et présentent, sur le côté bâbord, une inclinaison opposée à celles situées sur le côté tribord afin d'éviter les déplacements dus aux tensions (fig. 94l). De plus, au niveau des angles de la face supérieure des membrures, une des cinq tresses se sépare des autres et vient enserrer, par une sorte de nœud, les quatre autres, qui, divisées ensuite deux par deux, passent dans les évidements pratiqués à cet effet dans les virures de bordé (fig. 94p). Aucune petite cheville ne vient bloquer les ligatures dans les canaux de passage du bordé.

La charpenterie interne du navire est composée de sept serres et de quatre portions de vaigrage réalisées en noyer, en orme et en chêne (fig. 94q). Les serres, conservées seulement le long du flanc bâbord, recouvrent intérieurement cette partie de la coque. Elles sont clouées

[730] **Berti 1986 a**, p. 26.
[731] Les eaux qui s'infiltrent dans la coque d'un navire s'accumulent en effet de la poupe à la proue, au niveau le plus bas de la carène situé au-dessus de la quille et appelée sentine.
[732] Les pompes de cale sur les navires antiques étaient en effet plutôt situées sur le tiers-arrière, au point le plus bas de la coque afin de recueillir les eaux de sentine et les évacuer (cf. **Carre, Jézégou 1984**).
[733] Pour la détermination du végétal employé pour la confection des tresses, cf. **Meucci, Berti 1997**, p. 1. Comme pour les ligatures employées pour les assemblages du bordé, il n'est cependant pas précisé quel laboratoire a effectué ces analyses.

aux couples de revers et présentent des cavités quadrangulaires pour l'insertion des baux supérieurs qui n'ont pas été conservés. Les vaigres, en revanche, ont été conservées sur presque toute la longueur du navire. Étant donné la longueur considérable du bateau, le vaigrage est divisé en quatre sections (fig. 94g). Les vaigres présentent une longueur, à partir de la poupe, de 3 m, 5,85 m, 5,90 m, et 2 m. La répétition de ces valeurs permet, par analogie, de restituer une longueur originelle de 3 m pour les vaigres de la proue qui ont été, rappelons-le, endommagées par les travaux de dragage. Elles sont larges de 15 à 26 cm pour une épaisseur de 2 cm. La première portion de vaigrage située au niveau de la poupe est constituée de neuf vaigres. Sur le dos de ces vaigres est incisée une série de chiffres romains compris entre VI et XIV. Ces marques de charpentier sont sans doute, comme le pense M. Bonino, des éléments de repère dans le cas où les vaigres devaient être déplacées pour des réparations ou le nettoyage de la coque, puis remises en place[734].

Aucune épontille n'a été conservée. Cependant, les varangues 17 et 18, qui encadrent le couloir central, présentent quatre cavités espacées de 80 cm environ, vraisemblablement destinées à l'insertion des épontilles de pont. Les extrémités des membrures 4, 11, 16 et 32 sont aménagées de la même manière (fig. 94q).

Le massif d'emplanture n'a pas non plus été conservé. Les nombreux éléments de gréement mis au jour lors des fouilles (cf. *infra*) témoignent néanmoins de la propulsion du navire de Comacchio au moyen d'une voile. L'emplacement de l'emplanture est par ailleurs indiqué, selon M. Bonino, par la présence des épontilles dans la zone centrale du navire (fig. 94q) ainsi que par deux cavités trapézoïdales qui se trouvent de chaque côté des membrures 17 et 18, contre le couloir central. La cavité située du côté de la proue serait notamment renforcée par deux serres latérales[735] – ou carlingots – clouées. M. Bonino pense que le massif était simplement encastré et appuyé sur les deux membrures, qui encadrent le couloir central, sans autre assemblage[736] (fig. 94g). Sur les navires antiques, le massif d'emplanture était en effet bien souvent encastré directement ou indirectement sur les membrures. Deux serres latérales, insérées dans les membrures, pouvaient servir d'appui au massif[737]. Cependant, il est singulier de localiser le massif d'emplanture au niveau de ce couloir transversal. Dans la charpenterie navale antique de tradition méditerranéenne, à l'endroit de l'emplanture de mât, la maille de la membrure est en effet généralement plus serrée. La membrure présente alors une succession de varangues très rapprochées qui a pour but de renforcer la zone du massif[738]. Ce type d'aménagement, pour le massif d'emplanture du navire de Comacchio, est sans doute propre à la structure particulière de ce bateau qui présente un fond plat et de longues

[734] **Bonino dans Berti (dir.) 1990**, p. 37.
[735] **Berti 1986 a**, p. 26.
[736] **Bonino dans Berti (dir.) 1990**, p. 37.
[737] **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 250.
[738] **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 246.

varangues plates et qui est à rapprocher, on l'a vu, des embarcations gallo-romaines de tradition celtiques. Sur ce type d'embarcation, l'emplanture de mât est en effet généralement localisée à l'endroit où la maille présente un espace plus large pour l'insertion d'une varangue particulièrement grosse qui fait office d'emplanture de mât transversale et qui présente donc une mortaise pour l'insertion du pied de mât. C'est le cas, par exemple, pour le navire *Blackfriars 1* (fig. 94m) et pour le chaland de Bevaix[739] (fig. 94r). L'adjonction d'un barrot (comme c'est le cas sur l'embarcation *Zwammerdam 4*[740]) sert bien souvent de point d'appui à la fixation du mât[741]. Étant donné le système de membrure du navire de Comacchio, similaire à celui des embarcations gallo-romaines de tradition celtique, on peut imaginer l'aménagement d'une emplanture de mât comparable disposée sous forme de varangue perpendiculairement à l'axe longitudinal du bateau, à l'endroit où un espace plus large lui était réservé dans la maille de la membrure. Le fait que cette emplanture-varangue, si le navire en comportait bien une, ait disparu, alors que le navire n'a fait l'objet ni d'une récupération de la cargaison ni de pillage, est cependant plus difficilement explicable.

3. Gréement du navire[742]

De nombreuses poulies, des cordages ainsi qu'un cabillot liés au gréement ont été retrouvés en association avec l'épave, témoignant ainsi de la propulsion du navire au moyen d'une voile.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire de Comacchio

Le type architectural du navire de Comacchio (fig. 94g) se définit par une charpente axiale constituée d'une virure centrale, de même épaisseur que les autres virures du bordé, mais s'épaississant vers ses extrémités pour donner naissance aux brions, eux-mêmes prolongés par les complexes d'étrave et d'étambot de la proue et de la poupe. Monté autour de cette charpente axiale, le bordé est constitué de virures assemblées à franc-bord au moyen d'un système de ligatures longitudinales pour le fond de carène (jusqu'à la première préceinte) et vraisemblablement au moyen de tenons et mortaises chevillés pour les parties hautes. Dans le système d'assemblage par ligatures, les liens végétaux sont passés au travers de canaux obliques percés le long des bords des virures et aboutissant, sur l'angle externe des

[739] Le chaland de Bevaix est une embarcation gallo-romaine datée de la fin du II^e^ s. apr. J.-C. qui présente ce type d'aménagement pour l'emplanture de mât (cf. **Arnold 1992 a**, p. 23).
[740] L'épave *Zwammerdam 4* a été découverte au Pays-Bas et est datée du I^er^ s. apr. J.-C. (cf. **Arnold 1992 b**, p. 78).
[741] Pour la question de l'emplanture de mât sur les embarcations gallo-romaines de tradition celtique, cf. **Arnold 1992 b**, p. 81-85.
[742] **Cornelio Cassai dans Berti (dir.) 1990**, p. 43-52.

cans, à des cavités rectangulaires ; ils enserrent, au niveau des joints de virure des rouleaux d'étanchéité et sont bloqués dans leur passage par des petites chevilles qui renforcent de surcroît l'étanchéité du système. À ce bordé est fixée une membrure constituée d'une succession de longues varangues plates disposées tous les 45 cm environ et entre lesquelles viennent s'intercaler, au niveau des flancs, des couples de revers. Les membrures, de section rectangulaire, présentent des évidements rectangulaires sur leurs faces inférieures destinés au passage des ligatures du bordé et sont fixées au bordé au moyen de gournables et de points de ligatures externes. Les ligatures d'assemblage sont constituées de tresses végétales passées transversalement sur le dos des membrures, de façon à renforcer également la liaison de deux virures adjacentes entre elles. Le renfort longitudinal de la coque est également assuré par la présence de préceintes et de serres clouées sur le dos des couples de revers. La localisation d'un massif d'emplanture transversal, non conservé, peut être présumée au niveau du "couloir central" ménagé entre les varangues. Le navire de Comacchio présente donc un fond plat, mais avec néanmoins une charpente axiale ; son bordé, parfaitement assemblé dans toutes ses parties, joue en outre le rôle de structure portante et dominante de la coque, tandis que la membrure, qui lui est associée, ne joue qu'un rôle secondaire de renfort transversal. Ce principe de construction relève donc d'un principe « sur bordé » et les méthodes qui lui sont associées sont également « sur bordé »[743]. M. Bonino, qui a pu étudier les structures conservées de l'épave, propose notamment une construction du navire en quatre étapes[744]. Dans un premier temps, le fond plat du navire, soit la virure centrale ainsi que tout le bordé, assemblé à franc-bord, jusqu'au niveau du bouchain, aurait été monté. Durant cette même phase de montage, les brions d'étrave et d'étambot auraient également été assemblés à la virure centrale. Les varangues auraient ensuite été fixées au bordé. Dans un deuxième temps, le bordé aurait été construit jusqu'à la préceinte et l'étrave et l'étambot auraient assemblés aux brions. Les couples de revers, intercalés entre les varangues auraient également été mis en place, fixés au bordé. Au cours d'une troisième étape, le bordé aurait été complété jusqu'en haut. Enfin, dans une quatrième et dernière étape, les structures transversales auraient été mises en place avec l'insertion des derniers couples de revers et les structures internes du navire : épontilles, serres et vaigres.

Ainsi, le navire de Comacchio, même s'il est très semblable par son système de membrure et son fond plat au navire gallo-romain *Blackfriars 1* (fig. 94m), est de tradition méditerranéenne, ces analogies avec les embarcations gallo-romaines étant d'ordre typologique, liée à l'espace fluvio-maritime dans lequel évoluait ce navire (cf. *infra*).

F. Type du navire de Comacchio, espace de navigation et origine

[743] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[744] **Bonino dans Berti (dir.) 1990**, p. 35-37.

L'épave de Comacchio correspond à un voilier de commerce dont la longueur est estimée à 21 m pour une largeur de 5,62 m (fig. 94s). Son tirant d'eau est estimé à 1,70 m et son tonnage, à 92 t. de port en lourd[745]. Il présente une forme globale à fond plat mais avec des flancs et des extrémités arrondies (fig. 94t). Si son fond plat et son système de membrure original rappellent les embarcations gallo-romaines de tradition celtique, et notamment le caboteur *Blackfriars 1*[746], il s'agit bien, on l'a vu, d'un navire de tradition méditerranéenne. Sa forme et son système architectural sont en réalité adaptés à son espace de navigation, de type fluvio-maritime. Le navire de Comacchio était en effet destiné à naviguer aussi bien en mer, le long des côtes nord-occidentales de l'Adriatique, que dans le domaine des eaux intérieures, sur l'estuaire du delta du Pô, les lagunes et les fleuves. Les études paléo-environnementales ont en effet montré que le navire avait fait naufrage sur une plage située à proximité de l'embouchure d'un fleuve[747]. La ligne du rivage antique était alors plus avancée et les fonds marins de la côte devaient être constitués d'une succession de barres[748]. Le bassin à cet endroit devait être peu profond et le navire, sans doute pris dans une marée, ou en manœuvrant pour entrer dans l'embouchure du fleuve a dû venir s'échouer sur le rivage. On est donc dans une configuration assez similaire à celle examinée pour les navires *SM2* et *SM24*, naufragés au niveau de l'embouchure du Rhône (cf. *infra*, § n°XXXIV et XXXVI) et comme ces navires, l'embarcation de Comacchio correspond également à un caboteur fluvio-maritime chargé de transporter diverses marchandises.

Concernant l'origine du navire, son lieu de construction n'a pas été déterminé, mais les essences utilisées pour la construction du navire, de l'orme et du chêne caducifolié notamment, font partie du paysage végétal de la vallée du Pô. Les navires de type fluvio-maritime sont par ailleurs des navires à caractère régional qui sont généralement construits dans la même aire de navigation que celle dans laquelle ils s'inscrivent.

G. Conclusion

Le navire de Comacchio, tout comme les embarcations de Cervia et de Pomposa et la série de fragments retrouvés dans cette zone de l'Adriatique (cf. *infra*, § n°XXXI, XXXII, XXXIX, XL, XLI, XLII, XLIV et XLV), témoigne de la survivance, dans la région du delta du Pô, de l'assemblage par ligatures à une époque où l'ensemble des navires du bassin méditerranéen sont assemblés classiquement par tenons et mortaises pour le bordé et par gournables et/ou

[745] **Bonino dans Berti (dir.) 1990**, p. 39.
[746] **McGrail 2004**, fig. « Reconstitution du bateau de Blackfriars », p. 40.
[747] **Bondesan, Dal Cin et Monari dans Berti (dir.) 1990**, p. 13-22.
[748] Les barres sont des hauts-fonds qui se forment à l'entrée d'un estuaire au contact du courant fluvial et des vagues.

clouage pour la fixation de la membrure[749]. Le navire de Comacchio présente néanmoins des assemblages par tenons et mortaises, pour les parties hautes de la coque, indiquant ainsi que les constructeurs connaissaient et savaient utiliser ce système d'assemblage. Cette épave pose ainsi le problème de la survivance de l'assemblage par ligatures mais également de son utilisation conjointe avec l'assemblage par tenons et mortaises selon une combinaison difficilement explicable. Ces deux questions seront abordées dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Comacchio :

BERTI F.

1982, Comacchio. Imbarcazione di età augustea, *Archeologia Subacquea* 1, BdA, suppl. 4 au n°12, p. 172.

1985, La nave romana di Valle Ponti (Comacchio), *REL*, LI, p. 553-570.

1986 a, Rinvenimenti di archeologia fluviale ed endolagunare nel delta ferrarese, *Archeologia Subacquea* 3, BdA, suppl. au n° 37-38, p. 19-38.

1986 b, L'épave aux lingots de Valle Ponti (Comacchio), *Les mines et la métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines*, *Actes du colloque, Caesarodunum, XXII,* Paris, p. 129-136.

1992, La nave di Valle Ponti (Comacchio), *Atti V Rassegna di Archeologia Subacquea, Giardini Naxos, 1990,* Messina, p. 219-226.

1995, Osservazioni a margine di alcune ceramiche del relitto navale di Valle Ponti (Comacchio) e sul loro commercio*,* dans Giannattasio B. M. (dir.), *Atti VII Giornata Archeologica. Viaggi e Commerci nell'Antichità,* Genova, p. 39-155.

1995-1996, Lo scafo di Valle Ponti, *Bollettino di Archeologia Subacquea*, II-III, 1-2, luglio-dicembre 1995, gennaio-giugno 1996, p. 141.

The Comacchio wreck, Internet : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

BERTI F. (DIR.)

1990, *Fortuna Maris. La Nave Romana di Comacchio,* Éditions Nuova Alfa, Bologne.

BONINO M.

1985, Sewn boats in Italy : *sutiles naves* and barche cucite, dans *Sewn Plank Boats*, p. 87-104.

CARRE M.-B.

1997, La survivance de l'assemblage par ligatures après l'époque archaïque, dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 204-205.

MEUCCI C. et BERTI F.

1997, La nave di Comacchio. Documenti di un restauro, dans Marini Calvani M. (dir.), *Schede di Archeologia dell'Emilia Romagna*, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali.

[749] A l'exception unique des navires dont la membrure est assemblée en partie au moyen de points de ligatures internes et dont on a, dans le corpus, une dizaine d'exemples (cf. § n°XXI, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXX, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVIII et XLVIII).

Sopraintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, Florence.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 443-444.

XXX. L'épave du Cap del Vol (Espagne, extrême fin du I^er s. av. J.-C. - début du I^er s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave dont il est question se trouve sur la côte espagnole, au Cap de Vol – d'où elle tire son nom – situé juste au nord de Gérone (fig. 38). Elle a été déclarée en 1978 au responsable de l'archéologie sous-marine de la province de Gérone par des plongeurs du *Centre d'Activitats Subacuatiques*. Elle repose sur un fond de 24 m[750].

B. Fouille et pillage de l'épave[751]

Les premières investigations de l'épave ont débuté l'année même de sa découverte, sous la direction de F. Foerster. Le site était cependant déjà bien connu des plongeurs sportifs et avait été abondamment pillé ; et bien qu'une opération scientifique fut mise en place, le site a continué à être l'objet de pillages et une partie des vestiges de la coque a notamment été détériorée en 1979 par des plongeurs clandestins. La fouille exhaustive des restes de l'épave s'est déroulée sur trois années, de 1978 à 1980.

C. Matériel mis au jour et datation

Malgré l'importance des pillages, une partie de la cargaison du navire a tout de même pu être dégagée et prélevée lors de l'opération conduite en 1978 sur l'épave[752].

La cargaison était majoritairement composée d'amphores vinaires de type Pascual 1, originaires du nord-est de l'Espagne et déjà retrouvées dans plusieurs épaves de la même région. Certains cols d'amphores ont été découverts avec un bouchon de liège encore en place. De la céramique fine à vernis noir et à vernis rouge, correspondant vraisemblablement à une imitation ampuritaine de la sigillée arétine, complétait ce fret[753].

Concernant le matériel de bord, des fragments de céramiques communes – dont une petite jarre – ont été mis au jour.

La cargaison d'amphores et de céramiques fines indique une datation du naufrage vers l'extrême fin du I^er s. av. J.-C. - début du I^er s. apr. J.-C.

---

[750] **Foerster 1980**, p. 244.
[751] **Foerster 1980**, p. 244 ; **Nieto 1982**, p. 165.
[752] **Foerster 1980**, p. 244-245 ; **Nieto, Foerster 1980**, p. 173-177 ; **Nieto 1982**, p. 167-168 ; **Liou 1987**, p. 272.
[753] **Liou 1987**, p. 272.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[754]

Les vestiges de la coque reposaient sous une couche de 40 à 70 cm de sable et de vase. Ils correspondent à l'extrémité arrière du navire[755] avec la quille (n°3 sur fig. 95a), prolongée par la pièce d'étambot (n°1 et 2), une partie du bordé (n°6) limité au fond de carène et une série de membrures en place (n°7, 8 et 9) ainsi que l'extrémité du massif d'emplanture (n°4). Le plancher de cale, en revanche, n'a pratiquement pas été conservé (n°5). L'ensemble du bois était en bon état de conservation et une partie de l'extrémité du navire a été remontée pour être étudiée, traitée et, à terme, exposée au Musée Maritime de Barcelone[756].

L'étude architecturale a été conduite par F. Foerster et J. Nieto qui ont publié leurs résultats, ensemble et séparément, dans trois articles[757].

2. Présentation architecturale

La quille présente une section de forme rectangulaire de très petite dimension avec une largeur de 12 cm pour une hauteur de seulement 6 cm (n°3 dans fig. 95b). Elle est prolongée, sur son extrémité arrière, par la pièce d'étambot (n°1) au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » bloqué par des clous en fer (n°2). Ces mêmes clous ont été utilisés pour assembler, par-dessous, une fausse quille (n°3), également de 12 cm de largeur et de 2,5 cm d'épaisseur. Cette pièce s'élargit en direction du centre du navire, pour atteindre, au niveau de la cavité d'emplanture du massif, une largeur de 34 cm. Comme la quille, elle est également prolongée, sur son extrémité arrière, par une autre pièce (n°5) de 12 cm de large et conservée sur une longueur de 63 cm qui vient doubler la pièce d'étambot par-dessous. Alors que les auteurs n'avaient pas encore pu distinguer l'avant de l'arrière du navire, ils ont interprété cette pièce, en raison de la base arrondie et usée qu'elle présente, comme étant un taillemer[758]. Maintenant que l'extrémité dégagée est identifiée avec certitude comme étant la poupe, il ne peut s'agir d'un taillemer et de toute évidence, cette pièce correspondait à un renfort externe de la pièce d'étambot, jouant un rôle d'aileron de dérive. Alors que la fausse-quille est assemblée à toutes les autres pièces uniquement par des clous, cette pièce de renfort était liée à la pièce d'étambot au moyen de tenons et mortaises chevillés que venaient également renforcer de

[754] **Foerster 1980**, p. 245 ; **Nieto 1982**, p. 165.
[755] L'extrémité arrière a été déterminée sur la base de la cavité destinée au logement du pied de mât et dont la forme incurvée permet de distinguer l'avant de l'arrière (cf. **Nieto, Foerster 1981** ; **Nieto 1982**, p. 165).
[756] **Foerster 1980**, p. 253.
[757] **Foerster 1980**; **Nieto, Foerster 1980** ; **Nieto 1982**.
[758] **Nieto, Foerster 1980**, p. 167.

longs clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur. Cet ensemble forme ainsi un complexe d'étambot constitué de pièces soigneusement taillées et assemblées entre elles et qui, d'une largeur égale à la quille à son point d'élancement, s'épaissit pour atteindre, au niveau de son extrémité conservée, une largeur de 16 cm pour une hauteur d'environ 25 cm[759].

Les joues de la quille sont planes tandis que les faces latérales de l'étambot sont entaillées d'une râblure pour recevoir les extrémités des virures. Les galbords, positionnés contre les joues de la quille avec un angle relativement faible déterminant des fonds de carène légèrement anguleux, voire plats, ont été assemblés à la charpente axiale (quille et étambot) au moyen de tenons et mortaises chevillés ainsi que de clous en fer. Sur l'étambot, les mortaises sont larges de 5 cm et sont espacées entre elles de 8 cm.

À la suite du galbord, les autres virures, toutes débitées dans du sapin, présentent une épaisseur de 4 cm. L'ensemble du bordé est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés (fig. 95c) pour lesquels les auteurs ne nous donnent aucune dimension mais qui peuvent être mesurés, sur le dessin, à une largeur d'environ 6 cm pour les tenons insérés dans des mortaises disposées selon un écartement de même grandeur.

La membrure est composée d'une alternance régulière de varangues et de demi-couples selon une maille d'environ 16 cm[760] (fig. 95a). Les membrures mesurent 16 cm de hauteur pour une largeur de 8 à 10 cm et ont toutes été débitées dans du chêne caducifolié. Les varangues, de section extrêmement plates pour une extrémité de navire, sont entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguiller (fig. 95d). Les auteurs ont enregistré que les membrures avaient été assemblées au bordé – mais jamais à la quille – au moyen de deux systèmes (fig. 95c). Les demi-couples sont fixés au moyen de clous en fer[761], enfoncés à partir de l'extérieur de la coque et les varangues sont assemblées au moyen de gournables. À raison d'un rythme simple régulier, les gournables sont disposées, au niveau de chaque virure, soit par paire soit individuellement (fig. 95d) ; les paires de gournables sont alors reliées, sur le dos de la membrure et la face externe du bordé correspondant, par un « sillon » creusé dans le fil du bois et qu'une couche de poix vient boucher sur le dos de la membrure mais qui serait en revanche obturé, sur la face externe du bordé, par une petite cale en chêne (fig. 95c). Cette description, donnée par les auteurs de la fouille, correspond en réalité à la technique d'assemblage de la membrure au bordé au moyen de points de ligatures internes bloquées par des gournables et les « sillons » qu'ils décrivent correspondent aux gorges creusées entre les évidements cylindriques, à la fois sur le dos des membrures et à la fois sur la face externe du bordé, et dont la fonction est de recueillir la ligature pour la protéger de tout frottement mais

[759] Mesures prises directement sur le dessin.
[760] Mesures effectuées directement sur le plan.
[761] Détermination du matériau employé pour la confection des clous donnée par F. Foerster (cf. **Foerster 1980**, p. 252) sans qu'il soit pour autant assuré que cette détermination soit le résultat d'analyses effectuées par un laboratoire spécialisé.

aussi de tout contact avec l'humidité. Pour cela, les gorges, une fois l'assemblage réalisé, sont colmatées au moyen d'une couche de poix. La petite cale en chêne, que mentionnent les auteurs pour obturer les gorges situées sur la face externe du bordé, est certainement une erreur d'interprétation de leur part dans la mesure où, n'ayant pas connaissance de cette technique d'assemblage au moment de la fouille, ils auront pris le fragment de ligature imprégné de poix pour une petite cale[762].

Le massif d'emplanture est une pièce de section rectangulaire de 34 cm de large pour une épaisseur d'environ 12 cm[763] (fig. 95e). Il est encastré sur le dos des membrures au moyen d'encoches pratiquées sur sa face inférieure et présente, sur sa face supérieure, quatre cavités destinées au logement du pied de mât et aux pièces de soutènement. Une des caractéristiques inhabituelles de cette pièce est d'être entaillée, sur ses faces latérales, de râblures destinées à l'insertion des planches adjacentes du vaigrage. Mais sa forme générale et la disposition des cavités pour le logement du mât sont celles, classiques, des massifs d'emplanture rencontrés sur les autres épaves antiques[764].

Du plancher de cale, seuls quelques fragments ont finalement été conservés. Les vaigres, en sapin, mesuraient de 25 à 30 cm de large pour une épaisseur de 3 cm.

Enfin, deux fragments d'épontilles, de section rectangulaire et avec des tenons directement taillés dans le bois à leurs extrémités pour venir s'encastrer dans des mortaises pratiquées sur le dos des membrures, ont été découverts.

Le fond de l'embarcation, membrures comprises, a été entièrement recouvert d'une épaisse couche de résine ou de brai mélangée avec des fragments de copeaux de pièces de bois provenant sans doute de la construction du navire et d'une grande quantité de crins et de poils d'animaux. La fonction de cet enduit était à l'évidence de protéger le fond de la coque de l'humidité et donc du pourrissement du bois ainsi que de renforcer l'imperméabilité de la structure. Entre les membrures, des "bottes" de sarments de vignes ont également été découvertes. Les auteurs ne s'expliquent pas très bien leur présence[765]. Il ne fait pourtant aucun doute, comme pour les épaves *SM2* et *SM24* où les mêmes sarments ont été retrouvés en quantité importante entre les membrures (cf. *infra*, p. 329 et 345), que ces végétaux étaient à l'origine placés entre le plancher de cale et la cargaison afin de protéger le bois du navire.

[762] Au moment de la fouille de l'épave du Cap del Vol, à la fin des années 1970, la technique d'assemblage de la membrure au bordé par des points de ligatures internes n'a en effet pas encore été identifiée, à l'exception de l'épave de la Jeaume-Garde B sur laquelle cette technique a été employée, mais de façon marginale, pour la réparation de deux membrures (cf. *supra*, § n°XXV) et il est fort probable que Foerster et Nieto n'en aient alors pas eu connaissance (cf. **Nieto, Foerster 1980**, p. 169.).
[763] Mesures faites directement sur le dessin.
[764] **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 248-250.
[765] **Nieto, Foerster 1980**, p. 166 ; **Nieto 1982**, p. 167.

Le plancher de cale ayant disparu sur ces deux épaves, c'est donc naturellement que ces végétaux ont glissé entre les membrures, là même où ils ont été découverts au moment de la fouille.

3. Équipement et gréement du navire[766]

Quelques objets, concernant l'équipement et le gréement du navire ont été découverts sur le site. Il s'agit de feuilles de plomb de 40 cm de long et 25 cm de large pour une épaisseur de 1 à 3 mm et présentant des traces de clous ; ces feuilles correspondent sans aucun doute à un doublage de la coque. Deux coussinets d'axe en bronze sont les seuls témoins conservés de la présence d'une pompe de cale à bord du navire[767]. Une barre de fer, de section rectangulaire d'environ 6 cm sur 2,5 cm et découverte dans la partie centrale du navire, appartenait peut-être à une ancre. Enfin, en rapport avec le gréement du navire, une poulie en chêne a été découverte.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire du Cap del Vol

Le type architectural du navire révélé par l'épave *Cap del Vol* se définit par une petite quille de section "plate" – c'est-à-dire plus large que haute – doublée d'une fausse quille peu épaisse et prolongée sur son extrémité arrière par un complexe d'étambot ; les joues de la quille sont planes tandis que les faces latérales de l'étambot sont entaillées d'une râblure pour recevoir les têtes de virures du bordé. L'ensemble quille-galbord, déterminant des fonds de carène arrondis sur l'extrémité arrière conservée, est lié par tenons et mortaises chevillés renforcés par des clous, tandis que le bordé est assemblé uniquement par tenons et mortaises chevillés ; la membrure, composée d'une alternance de varangues et de couples selon une maille d'environ 16 cm est fixée au bordé au moyen de clous en fer, enfoncés à partir de l'extérieur, pour les demi-couples, et d'une alternance régulière de gournables simples et de ligatures internes bloquées par des chevilles pour les varangues. Le massif d'emplanture, encastré sur le dos des membrures, vient renforcer longitudinalement la structure de la carène. Ce système architectural dans lequel le bordé, assemblé de manière homogène dans toutes ses parties, joue le rôle de structure portante et dominante de la coque tandis que la membrure ne joue qu'un rôle secondaire de renfort transversal, relève d'un principe de construction « sur bordé »[768]. Les méthodes de construction semblent également être sur bordé sans pour autant que les étapes précises de cette construction aient été étudiées.

[766] **Foerster 1980**, p. 245.
[767] **Foerster 1984**.
[768] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

F. Type du navire *Cap del Vol*, espace de navigation et origine

Le type de navire révélé par l'épave *Cap del Vol* correspond à une embarcation de 18-19 m de longueur[769], à fond vraisemblablement plat, ou très légèrement anguleux, déterminé par une quille "plate", le positionnement du galbord sur les joues de la quille selon un angle très faible ainsi que par la courbure des varangues très arrondies sur l'extrémité arrière. Sa quille "plate" ainsi que l'usure très prononcée de sa fausse-quille et de son renfort d'étambot suggèrent qu'il s'agissait d'un navire côtier sans doute également propre à évoluer en eau peu profonde. La provenance du navire, que B. Liou situe dans le voisinage immédiat de Badalona[770], avec une destination probable sur les côtes languedociennes, sans doute Narbonne, montrent en effet un espace de navigation particulier, mais néanmoins différent selon qu'il s'agit de la côte catalane ou de la côte languedocienne. La Catalogne se caractérise en effet principalement par un rivage abrupt, semblable à celui de la Provence, pour lequel un tel fond plat permettait essentiellement aux navires de venir s'échouer sur les rares plages sableuses de cette côte situées à Lloret del Mar, dans le golfe de Rosas ou encore à Ampurias. Concernant les eaux intérieures de la Catalogne, seul l'Èbre, pouvait vraisemblablement être remonté, au moins jusqu'à Mequinenza, par des petits navires[771]. Le Languedoc se caractérise en revanche par une mer peu profonde liée à une côte sableuse et plate bordée d'étangs et de voies de navigations intérieures[772] pour laquelle un tel type de navire était particulièrement adapté.

L'épave du Cap del Vol renvoie donc très vraisemblablement à un navire de cabotage, de construction probablement régionale, propulsé au moyen d'une voile et apte à naviguer aussi bien sur le littoral catalan que sur la côte et les eaux intérieures du Languedoc.

G. Conclusion

Alors que pour le moment l'assemblage par ligatures internes de la membrure au bordé n'apparaissait que sur des navires de mer classiques, c'est sur un navire de type architectural différent, déterminé par un espace de navigation de type fluvio-maritime, voire lagunaire, qu'apparaît pour la première fois ce système d'assemblage. Cette divergence amènera ainsi à se poser la question, dans une quatrième partie, de la pertinence d'une famille architecturale en relation avec ce système d'assemblage par ligatures si particulier.

---

[769] **Foerster 1980**, p. 245.
[770] **Liou 1987** p. 272.
[771] Pour les caractéristiques de la côte catalane et des possibilités de navigation sur l'Èbre, cf. les ***Instructions Nautiques sur les côtes sud et est de l'Espagne… 1901***, p. 71 et p. 184-207.
[772] Pour les caractéristiques de cet espace de navigation particulier, cf. **Pradalié (dir.) à paraître**.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Cap del Vol* :

FOERSTER F.

1980, A Roman wreck off Cap del Vol, Gerona, Spain, *IJNA*, 9.3, p. 244-253.

1984, New views on bilge pumps from Roman wrecks, *IJNA*, 13.1, p. 85-93.

LIOU B.

1987, L'exportation du vin de Tarraconaise d'après les épaves, dans *El vi a l'Antiguitat, Economia, producció i comerç al Mediterrani occidental, Actes I col.loqui d'arqueologia romana, Badalona, nov.-déc. 1985,* Museu de Badalano, Monografies badalonines núm. 9, Badalone, p. 271-284.

NIETO PIETRO F. J.

1982, El pecio del Cap del Vol. Nuevas aportaciones, *Cypsela*, IV, p. 165-168.

NIETO F. J. et FOERSTER F.

1980, El pecio romano del Cap del Vol (Campañas de 1978 y 1979), *Cypsela*, III, p. 163-177.

1981, Notes and News. Spain. Cap del Vol, *IJNA*, 10.2, p. 157.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 102-103.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

XXXI. L'épave d'Aquilée (Italie, fin du I^er s. av. J.-C. - II^e s. apr. J.-C. ?)

Dans ses divers articles consacrés aux *« sutiles naves »* de la côte nord-occidentale de l'Adriatique, C. Beltrame (Université de Venise) rapporte qu'à Aquilée (Frioul, Vénétie Julienne), située à l'extrémité nord de la mer Adriatique (fig. 38), des vestiges de quatre bordages ainsi que d'une membrure ont été mis au jour en 1988 dans le canal romain *Anfora* qui servait à relier Aquilée à la mer[773] (fig. 96a).

Deux des fragments de bordage récupérés sont longs de 10 m et un autre fragment était encore en connexion avec une pièce de membrure. Les bordages présentaient, encore en place, des restes de ligatures formant des croix séparés par des traits verticaux ainsi que des rouleaux en fibre végétale utilisés à l'origine pour assurer l'étanchéité du système d'assemblage (fig. 96b). L'un des bordages présente, sur une de ses extrémités, un écart en S et sur l'autre extrémité, une réparation au moyen de ligatures.

Le matériel retrouvé à proximité, dans le fond du canal, indique une datation probable, mais non assurée, pour ces éléments provenant vraisemblablement d'une embarcation assemblée au moyen de ligatures, entre la fin de la République, c'est-à-dire vers la fin du I^er s. av. J.-C., et le II^e s. apr. J.-C. Ces vestiges témoignent ainsi, comme d'autres épaves et vestiges de bateaux "cousus" (cf. *supra* § n°XXIX et *infra* § n° XXXII, XXXVII, XXXIX, XL, XLI, XLII, XLIV et XLV) de la survivance de l'assemblage par ligatures en Adriatique.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave d'Aquilée :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 139.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.), *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 92.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di

[773] C. Beltrame reprend en fait une note publiée par L. Bertacchi (cf. **Bertacchi 1990**, p. 242-243). Cf. **Beltrame 1996/1997**, p. 138 ; **2000**, p. 91 ; **2001**, p. 444 ; **2002 a**, p. 358-359 ; **2002 b**, p. 104.

Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 444.

The Aquileia wreck, Internet : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 358-359.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 104.

BERTACCHI L.

1990, Il sistema portuale della metropoli aquileise, *AAAd*, XX, p. 227-253.

XXXII. L'épave de Padoue (Italie, I^er – II^e s. apr. J.-C.)

Dans ses divers articles consacrés aux *« sutiles naves »* de la côte nord-occidentale de l'Adriatique à l'époque romaine, Carlo Beltrame (Université de Venise) rapporte la découverte d'une portion de bateau "cousu" à Padoue (Vénétie) (fig. 38), sur les bords d'un ancien bras du fleuve Brenta interprété comme une probable branche portuaire[774].

Les vestiges de coque mesuraient 4,40 m de long et correspondaient à une extrémité d'embarcation avec quatre virures encore en connexion, et deux autres non en place, toutes débitées dans de l'orme. Les empreintes de huit membrures non conservées étaient également visibles sur la portion de bordé mise au jour (fig. 97). C. Beltrame ne donne malheureusement aucun détail sur les systèmes d'assemblage par ligatures employés sur ce fragment de coque.

Selon la stratigraphie, l'embarcation aurait été réutilisée entre le I^er et le début du II^e s. apr. J.-C.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave de Padoue :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 139-140.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (*AAAd* XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 442-443.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 366-367.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 106.

[774] **Beltrame 1996/1997**, p. 139-140 ; **2001**, p. 442-443 ; **2002 a**, p. 366-367 ; **2002 b**, p. 106.

XXXIII. La réparation cousue de l'épave C de Pise (Italie, début du I^er s. apr. J.-C.)

A. Localisation, découverte, fouille et contexte environnemental[775]

C'est au cours de travaux d'agrandissements de la station ferroviaire San Rossore de Pise (Toscane) (fig. 38), entrepris en décembre 1998, que le port étrusque et romain de la cité antique de Pise a été mis au jour. D'une importance exceptionnelle, la fouille du complexe archéologique a immédiatement été entreprise, d'abord sous la direction de S. Bruni, puis sous celle de G. Poggesi et enfin, actuellement sous la direction d'A. Camilli (Surintendance des Biens Archéologiques de la Toscane). Le matériel archéologique mis au jour est daté dans une fourchette chronologique large, allant de la fin de la période hellénistique et la fin de l'Antiquité tardive-haut Moyen Âge et comprend essentiellement une série d'épaves (au moins huit) superposées, pour certaines, les unes aux autres (fig. 98a). Ces épaves, correspondant à des navires *onerariae* de grandes dimensions, des barques, ainsi qu'à une pirogue, sont plus ou moins complètes mais se caractérisent toutes par un état de conservation remarquablement exceptionnel. La disposition désordonnée des épaves ainsi que leur état de conservation excellent s'explique par les crues soudaines et répétées de l'Arno venant recouvrir, à intervalles réguliers, le port urbain de couches alluvionnaires. Parmi ces épaves, l'épave C nous intéresse ici plus particulièrement.

B. Matériel mis au jour et datation

L'embarcation C, vraisemblablement recouverte par un dépôt alluvionnaire alors qu'elle se trouvait amarrée à un grand pieu, peut être mise en relation avec la crue des premières décennies du I^er s. apr. J.-C.

C. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

L'épave C, longue de 11,70 m et large de 2,80 m, correspond à une grande barque dont a été conservé l'ensemble de la coque et de ses structures internes, à l'exception de la poupe endommagée par une pelle mécanique au début de la fouille (fig. 98b). Comme pour les autres épaves mises au jour dans le complexe portuaire antique de Pise, l'épave C était en

[775] **Bruni 2000** ; **Camilli 2002**.

excellent état de conservation, présentant en outre encore des traces de peintures rouges sur le bordé externe de sa coque.

Pour le moment, aucune véritable étude architecturale n'a été réalisée pour cette épave et seule deux publications d'ensemble la présentent de manière très succincte[776]. La présentation architecturale qui va suivre sera donc brève, d'autant que l'assemblage par ligatures qui nous intéresse ici concerne une réparation qui n'est documentée que par une photographie, sans plus de détail.

2. Présentation architecturale

Sur le plan structural, l'embarcation C présente une charpente axiale composée d'une quille, vraisemblablement prolongée vers l'avant et vers l'arrière par les pièces d'étrave et d'étambot. Le bordé est composé de virures assemblées entre elles par tenons et mortaises et la membrure lui est fixée au moyen de gournables ou de clous[777]. La réparation "cousue" dont il est question a été effectuée sur une petite portion du bordé située du côté de la proue (fig. 98c). Aucun détail n'est donné dans les articles concernant la technique d'assemblage mise en œuvre et on peut simplement observer, sur la photographie publiée, une disposition en "arête" des points de ligatures.

La structure interne du bateau est composée d'une carlingue, d'un massif d'emplanture ainsi que de serres venant renforcer longitudinalement la structure. La caisse d'étambrai, entourant le mât disparu, a été conservée en place ainsi que six bancs de nage disposés à intervalles réguliers et destinés à une propulsion de l'embarcation au moyen de rames.

Une couche de poix venait finalement recouvrir tout l'intérieur de la coque et une couche de peinture de couleur rouge revêtait l'extérieur.

3. Aménagements et équipement du navire

En correspondance avec les bancs de nage, des ouvertures, destinées au passage des rames, ont été aménagées. Autour de chacune de ces ouvertures, une pièce de cuir a été retrouvée fixée au bois au moyen de petits clous en bronze dans le but probable de protéger les bords d'une usure prématurée.

Une ancre a également été retrouvée à la poupe du navire.

---

[776] **Bruni 2000**, p. 47-48 ; **Camilli 2002**.

[777] Observations réalisées à partir de la fig. 98b, d'où une incertitude concernant l'utilisation de gournables ou de clous pour la fixation de la membrure au bordé.

D. Système architectural, principe et méthodes de construction du navire C de Pise

Le système architectural de cette embarcation se définit par une charpente axiale, composée d'une quille, d'une étrave et d'un étambot, autour de laquelle est monté un bordé entièrement assemblé par tenons et mortaises mais avec une réparation effectuée au moyen de ligatures. A ce bordé, est associée une membrure qui lui est fixée au moyen de gournables ou de clous. Ce système, dans lequel le bordé joue le rôle de structure portante et dominante de la coque tandis que la membrure qui lui est associée ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, relève d'un principe de construction « sur bordé »[778]. Les phases de construction de cette embarcation n'ont pour le moment pas encore été étudiées.

E. Type du navire C de Pise, espace de navigation et origine

Cette embarcation, extrêmement bien conservée, correspond à une grande barque d'environ 12 m de longueur et 2,80 m de largeur dont les fonds sont arrondis (fig. 98d). Propulsée essentiellement à la rame, ce qui n'empêche pas pour autant la présence d'une petite voile d'appoint, la fonction de cette barque – barque de pêche ou barque de transport – n'a pas été définie. L'espace de navigation n'a lui non plus pas été déterminé, mais il semble probable que cette barque locale était destinée à naviguer sur les eaux de l'Arno et de ses affluents, notamment le fleuve Serchio appelé *Auser* dans l'Antiquité romaine.

F. Conclusion

Dans un contexte de construction romaine, où l'assemblage par tenons et mortaises est employé pour le montage de l'ensemble du bordé, la barque C de Pise témoigne de l'emploi d'un type d'assemblage par ligatures pour effectuer une petite réparation. Ce "raccommodage" au moyen de ligatures, dans un contexte de construction navale qui emploie exclusivement l'assemblage par tenons et mortaises, amène à se poser la question de son emploi et de son contexte d'utilisation. Ces questions seront abordées dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave C de Pise :

[778] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

BRUNI S.

2000, La grande barca a remi dans *Le navi antiche di Pisa. Ad un anno dall'inizio delle ricerche*, Éditions Polistampa, Florence, p. 47-48.

CAMILLI A.

2002, *Cantiere delle navi di Pisa. La nave C "Giuditta" dallo scavo al laboratorio*, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Sopraintendenza ai Beni Archeologici della Toscana, Florence.

XXXIV. L'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 2* (*SM2*) (France, première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 2* ou *SM2*, baptisée à l'origine *Camargue 12*, se trouve sur les côtes de Camargue, au large des Saintes-Maries-de-la-Mer, face au petit Rhône, sur un fond sableux de 11 m (fig. 38). Découverte en 1989 par un plongeur local, Alain Chabaud, elle se présentait sous l'aspect de très nombreuses concrétions métalliques, sur environ 15 m de long. À la surface du site apparaissaient également par endroit de nombreux fragments d'amphores Dressel 2/4 de Tarraconaise (fig. 99a)[779].

B. Expertises de l'épave[780]

Suite à sa déclaration, l'épave a fait l'objet de courtes expertises, en 1993, 1995 et 1998 dans le cadre de la carte archéologique de la Camargue que dirige Luc Long (DRASSM).

C. Matériel mis au jour et datation[781]

Le chargement principal du navire *SM2* était constitué de barres de fer l'inscrivant ainsi dans toute cette série d'épaves romaines chargées de fer découvertes au niveau de l'embouchure du Rhône[782]. Ce chargement est évalué très approximativement, par L. Long, à quinze ou vingt tonnes représentant environ 3000 à 4000 barres de fer.

Le navire transportait également un complément de fret constitué d'environ quinze ou vingt amphores vinaires Dressel 2/4 de Tarraconaise ainsi que de quelques amphores de Bétique : au moins une amphore à huile Dressel 20 et six amphores Haltern 70 qui contenaient des olives conservées dans du *defrutum*.

Cet ensemble amphorique date le naufrage du navire dans la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.

---

[779] **Long 1994**, p. 29; **1996**, p. 40 ; **2000 a**, p. 1.
[780] **Long 1994**, p. 29 ; **1996** ; **1997 a** ; **1997 b**.
[781] **Long 1996**, p. 40-41 ; **1997 a** ; **1997 b** ; **2000 a**, p. 1-2.
[782] Ces épaves – datées entre la deuxième moitié du I^er^ s. av. J.-C. et la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C. – ont toutes fait l'objet d'une expertise dans le cadre de la carte archéologique de la Camargue, sous la direction de L. Long, et s'inscrivent dans une réflexion générale concernant le commerce du fer à l'époque romaine en Méditerranée occidentale (cf. **Long 1997 b**, p. 59-87 ; **2000 b** ; **Djaoui 2003**).

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[783]

Les vestiges de la coque, de dimensions vraisemblablement importantes, sont partiellement préservés, métallisés sous les concrétions. Au centre de la masse concrétionnée principale, apparaît notamment la carlingue du navire. L'étude *in situ* étant rendue difficile en raison de l'état métallisé de l'épave et de la visibilité souvent mauvaise, une des masses concrétionnées, positionnée sur l'extrémité sud à 2 m de l'axe de l'épave, à été prélevée pour être étudiée à terre. Cette concrétion correspondait à une petite partie du fond de carène (1,15 × 1,85 m) (fig. 99b) et a livré d'intéressantes précisions sur la construction du navire.

L'étude préliminaire de l'architecture navale de l'épave a été réalisée par L. Long qui a publié ses résultats, outre dans les bilans scientifiques du DRASSM et un *Gallia Informations*[784], dans un article de fond consacré aux épaves de Camargue[785].

2. Présentation architecturale

La restitution axonométrique de la concrétion, réalisée par L. Long (fig. 99c), montre un bordage simple de 6 cm d'épaisseur.

Les membrures, souvent conservées en négatif, mesurent 23 cm de haut pour une largeur variant entre 8,5 et 14 cm. Elles sont espacées de 12,5 à 15,5 cm. Concernant leur assemblage, L. Long avait d'abord noté que la membrure était fixée au bordé au moyen de gournables de 25 mm de diamètre. Des vérifications menées tout récemment sur ces vestiges de bois, conservés jusqu'à présent au laboratoire Archéolyse, ont néanmoins permis de retrouver sur les membrures en négatif des traces de ligatures tressées[786] (fig. 99d). Et de fait, la restitution axonométrique montre bien la disposition des gournables, soit regroupées pour former une paire, soit disposées seules. Le schéma ainsi révélé montre donc une alternance simple entre les points de ligatures internes bloquées par des chevilles et les gournables simples.

Le vaigrage présente une épaisseur de 3,5 cm et des petits madriers de 6 cm d'épaisseur venaient en plus se fixer sur le vaigrage au moyen de clous enfoncés jusque dans la hauteur de la membrure. Ces pièces servaient apparemment d'intermédiaire entre le plancher de cale et le chargement de fer. Un épais tapis végétal, constitué de sarments de vigne, était disposé sur les madriers et venait ainsi renforcer la protection du fond de cale.

---

[783] **Long 1996**, p. 41.
[784] **Long 1994** ; **1996** ; **1997 a** ; **2000 a** et **2003**.
[785] **Long 1997 b**.
[786] **Long 2003**, p. 53.

E. Système architectural, principe et méthodes de construction du navire *SM2*

En raison de la faiblesse des vestiges d'architecture navale mis au jour, il est impossible, pour le moment, de définir le système architectural du navire *SM2*. En revanche, et même si l'on ne connaît pas le système de liaison des bordages entre eux, la fixation des membrures au bordé au moyen de ligatures internes bloquées par des chevilles alternant avec des gournables simples renvoie, par analogie avec les autres épaves présentant ce système d'assemblage, à un principe de construction « sur bordé »[787]. Aucune précision ne peut être apportée concernant les méthodes de construction.

F. Type du navire *SM2*, espace de navigation et origine

L'ensemble de ces observations ne permet pas non plus de définir avec précision la forme du navire mais la longueur du gisement, le volume de la cargaison ainsi que l'échantillonnage des bois évoquent une coque d'une longueur estimée par L. Long à environ 15 ou 18 m[788]. Nous verrons dans un paragraphe suivant, consacré à l'épave *SM24*, que cette estimation pourra être revue à la hausse avec une longueur de coque plutôt de l'ordre de 20-25 m (cf. *infra*).

Concernant la provenance du navire, l'analyse des barres de fer révèle, pour certaines d'entre elles, une origine probable du minerai provenant de la Montagne Noire, située au nord de Narbonne, dans l'Hérault[789]. Le navire a donc dû embarquer le chargement de fer, de même que le complément de fret constitué par les amphores de Tarraconaise et de Bétique, dans le port de Narbonne situé en aval de la Montagne Noire et desservi par les allèges de l'Aude et qui jouait, en outre, un rôle important dans la redistribution des amphores espagnoles[790]. Le métal était ensuite acheminé vers le Nord par le Rhône et était peut-être destiné aux légions placées sur le *limes* germanique[791] ainsi que peut-être, selon une hypothèse proposée récemment par D. Djaoui, à la Suisse qui allie également une présence militaire à une carence minière[792]. La question qui se pose alors, concernant le navire *SM2*, est de savoir s'il s'est échoué devant l'entrée du Rhône alors qu'il attendait d'être déchargé par des embarcations propres à naviguer sur le delta du Rhône et à remonter le fleuve ou s'il cherchait à entreprendre lui-même la remontée du Rhône, au moins jusqu'en Arles, alors port

[787] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[788] **Long 1997 b**, p. 68.
[789] **Djaoui 2003**, p. 64.
[790] **Long 2000 b**, p. 3.
[791] **Long 2000 b**, p. 4.
[792] **Djaoui 2003**, p. 123.

fluvial et maritime important, signifiant ainsi qu'il s'agissait d'un navire de type fluvio-maritime, probablement d'une allège ? Nous verrons, avec la découverte de l'épave *SM24* (cf. § n°XXXVI), que la seconde hypothèse est à privilégier.

G. Conclusion

L'épave *SM2* constitue ainsi un apport essentiel pour l'étude des épaves romaines chargées de fer et échouées devant l'embouchure du Rhône entre la deuxième moitié du I^{er} s. av. J.-C. et la première moitié du I^{er} s. apr. J.-C. Ce navire, qui présente par ailleurs une membrure ligaturée au bordé, s'inscrit dans un contexte économique – voire dans un espace de navigation – très particulier qui ne correspond en rien avec ceux enregistrés pour le moment pour les autres épaves "membrures cousues". La découverte d'une nouvelle épave de fer (*SM24*), présentant également le même type d'assemblage de la membrure au bordé, permet d'apporter quelques précisions supplémentaires alimentant ainsi la réflexion engagée.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave *SM2* :

DJAOUI D.

2003, *Le commerce du fer d'après les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer (50 av. J.-C. – 90 apr. J.-C.)*, mémoire de DEA sous la direction de Pomey P., Université de Provence, Aix-en-Provence, p. 17-23.

LONG L.

1994, Gard. Au large d'Aigues-Mortes. De l'Espiguette au Petit Rhône, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 29.

1996, Bouches-du-Rhône. Au large des Saintes-Maries-de-la-Mer. Carte archéologique. Épave 2 des Saintes-Maries-de-la-Mer (baptisée à l'origine *Camargue 12*), *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 40-41.

1997 a, Carte archéologique au large de la Camargue. Au large des Saintes-Maries-de-la-Mer : épaves antiques chargées de fer. Saintes-Maries-de-la-Mer 2, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 73.

1997 b, Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au Grand Rhône. Des cargaisons de fer antiques aux gisements du XIXe s. Leur contribution à l'étude du paléorivage, dans Baudat M. (dir.), *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et archéologie, Actes du colloque des 18-19 nov. 1995*, Groupe archéologique arlésien, Arles, p. 65-68.

2000 a, Saintes-Maries-de-la-Mer, G) Saintes-Maries-de-la-Mer 2, *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

2000 b, Saintes-Maries-de-la-Mer, N) Étude d'ensemble des épaves antiques chargées de barres et

de lingots de fer (SM2, SM6, SM9, SM10), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

2003, Carte Archéologique. Au large de la Camargue. L'épave Saintes Marie 24, *Bilan Scientifique DRASSM 2002*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 53.

XXXV. L'épave *Barthélemy B* (France, second quart du I^er^ s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave *Barthélemy B* se situe sur le littoral de la commune de Saint-Raphaël (Var) (fig. 38), au large de l'îlot Barthélemy, dans une anse très ouverte comprise entre Anthéor et le Cap Roux. Elle repose par 39 m de fond et a été découverte en mai 1993 par J.-P. Joncheray et A. Lopez-Joncheray[793].

B. Sondage, fouille et réouverture de l'épave

Lors de la découverte de l'épave en 1993, le gisement était intact et un premier sondage a été conduit en 1994, sous la direction de A. Lopez-Joncheray et J.-P. Joncheray. L'objectif de ce sondage était de dégager superficiellement le gisement afin de réaliser un photomontage et un relevé planimétrique de l'épave ainsi que d'en étudier une surface de 1m²[794].

À la suite de cette opération, l'épave a fait l'objet de deux campagnes de fouille, toujours sous la direction de A. Lopez-Joncheray et J.-P. Joncheray. L'objectif de la campagne 1995 était de dégager et d'étudier le chargement de l'épave[795], tandis celle de 1996 a été consacrée à l'étude des vestiges de la coque[796].

Le site a par ailleurs été rouvert en 2002 par S. Wicha (Univ. de Provence/IMEP-CCJ) dans le double but de compléter les observations d'architecture navale ainsi que d'effectuer des prélèvements des bois[797].

C. Matériel mis au jour et datation

L'étude du chargement a montré que le navire transportait exclusivement des tuiles, dont la disposition, qui n'a pas été bouleversée durant le naufrage, a pu être observée durant la fouille et étudiée (fig. 100a)[798]. A. Lopez-Joncheray compte ainsi une centaine de *tegulae* et autant d'*imbrices*. Les *tegulae* étaient disposées sur deux longues rangées longitudinales, parallèles à la quille, ainsi que sur plusieurs rangées perpendiculaires latérales, le tout sur une seule couche. Les rangées longitudinales ne dépassent pas 2,70 m de longueur et, sur les

[793] **Lopez 1996**, p. 59 ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 7-14.
[794] **Lopez 1995**.
[795] **Lopez 1995** ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 7.
[796] **Joncheray A., Joncheray J.-P. 1997** ; 2004, p. 7.
[797] **Wicha 2002 b** ; **2003** ; **2004**.
[798] **Lopez 1996** ; **Lopez-Joncheray 2000**, p. 2 ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 14-19 et p. 53-56.

côtés, ce sont au moins quatre rangées de tuiles, disposées de manière perpendiculaire aux deux rangées centrales, qui occupent l'espace laissé libre jusqu'au rebord de l'embarcation. Les *tegulae* mesurent 62 cm de longueur sur 52 cm de largeur et le volume de cette cargaison a été évalué à 2 150 kg au minimum, soit l'équivalent de 50 amphores[799].

Les échantillons de *tegulae* prélevés ne présentaient malheureusement aucune estampille qui puisse donner une indication sur la datation et l'origine de la cargaison. Le matériel de bord mis au jour – quelques rares céramiques correspondant à la vaisselle de bord[800] – laisse cependant supposer une origine locale du navire et a permis de dater l'épave du second quart du I^er^ s. apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Il n'a été conservé de la coque qu'une longueur de 5,20 m sur une largeur maximale de 2 m correspondant à la partie centrale et à l'extrémité arrière du navire avec une grande section de quille conservée, prolongée sur son extrémité par la pièce d'étambot, une partie du bordé et vingt et une membrures en place (fig. 100b). Le bois était dans un état de conservation moyen et certaines membrures (M8, M9, M13) présentaient un net enfoncement au niveau du départ de la courbure du bouchain. Le vaigrage longitudinal, qui supportait l'ensemble du poids de la cargaison, était affaissé, et par endroit, complètement comprimé ou tordu.

La carène a été étudiée par A. Lopez-Joncheray et J.-P. Joncheray qui, outre les bilans scientifiques du DRASSM[801], ont publié leurs résultats dans un numéro de *Gallia Informations* ainsi que dans un article de synthèse paru dernièrement dans les *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*[802]. Le rapport de fouille de 1995, conservé aux archives du DRASSM, complète cette description[803].

La mission conduite par S. Wicha en 2002 lors de la réouverture du site a permis de compléter cette étude architecturale, notamment concernant le système d'assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures[804].

2. Présentation architecturale

[799] **Lopez 1996**, p. 59-60 ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 19-20.
[800] **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 21-23 et p. 58-60.
[801] **Lopez 1995** ; **1996** ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 1997**.
[802] **Lopez-Joncheray 2000** ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 26-53.
[803] **Lopez, Joncheray 1995**.
[804] **Wicha 2002 b** ; **2003** ; **2004**.

La quille du navire, conservée sur une longueur de 4,95 m, était prolongée sur son extrémité arrière par l'étambot, conservé sur une longueur de 61 cm, au moyen d'une enture en « trait de Jupiter » verrouillée par une clé en chêne-vert de 0,8 × 2 cm. La quille, débitée dans du pin d'Alep, est de section pratiquement quadrangulaire avec une largeur de 6,5 cm pour une hauteur d'environ 9 cm et évolue vers l'étambot en section rectangulaire de 7,50 cm de large pour une hauteur de 4,5 cm. À partir de la quille, la pièce d'étambot, également en pin d'Alep, s'épaissit pour atteindre une largeur de 10,6 cm pour une hauteur de 11,5 cm. Une pièce de renfort, en hêtre, vient s'appuyer sous la quille, à laquelle elle est solidement fixée au moyen de clous en fer, et se prolonge sous l'étambot. Elle présente une hauteur maximale de 2,5 cm et minimale de 1 cm pour une largeur identique à la quille de 6,5 cm dont elle épouse la forme.

Les angles supérieurs de la quille, au niveau de l'écart en « trait de Jupiter », sont légèrement chanfreinés et ses joues, de même que les faces latérales de l'étambot, sont entaillées d'une râblure destinée à recevoir les cans des galbords et également, pour l'étambot, les têtes de virures de l'extrémité arrière.

Les galbords, en pin d'Alep – exceptée une section réparée en orme – présentent une dissymétrie très marquée : l'un a une épaisseur de 2,5 cm et une largeur de 13 cm tandis que l'autre a une épaisseur de 4 cm pour une largeur conservée de 6 cm. Quille et galbords sont assemblés au moyen de tenons et mortaises (l. : 5,9 × ép. : 0,4 cm) chevillés (diam. chevilles : 4 mm) selon un écartement entre les mortaises de 5,2 à 5,5 cm ; des clous renforcent cet assemblage au niveau de l'étambot.

Les virures, également en pin d'Alep, présentent une épaisseur de 2,5 à 2,9 cm pour le ribord et de 2 à 2,5 cm pour l'ensemble des virures adjacentes. De même que l'ensemble quille-galbord, le bordé est entièrement assemblé au moyen de languettes en chêne-vert insérées dans des mortaises creusées dans les cans des virures et bloquées par des petites chevilles en chêne-vert enfoncées à partir de l'intérieur de la coque. A. Lopez-Joncheray a observé que les mortaises étaient souvent mal façonnées, et souvent trop grandes pour recevoir les tenons. Elle a également enregistré des réparations du bordé – notamment du galbord – par remplacement de virures, à nouveau fixées par des languettes obliques enfoncées à partir de la face interne du bordé.

Le système de membrure est composé d'une alternance de varangues et de demi-couples avec une maille, dans la partie centrale, de 24 cm en moyenne (fig. 100b). Les membrures, débitées dans du chêne-vert et du pin d'Alep, sont de section rectangulaire et sont larges de 6,5 à 8 cm pour une hauteur de 6 à 10 cm. Les varangues sont entaillées, sur leur face inférieure, de trous d'anguiller. A Lopez-Joncheray a enregistré que la membrure avait été fixée au bordé au moyen de gournables en chêne-vert et en sapin de 16 mm de diamètre ainsi que de clous enfoncés à partir de l'extérieur. Elle a par ailleurs observé le rapprochement

entre deux chevilles de membrures qui seraient susceptibles, selon elle, d'être reliées par une ligature[805]. S. Wicha, avec la réouverture du site, a confirmé l'existence de ce type d'assemblage particulier effectué au moyen d'une tresse végétale[806] et bloquées par des chevilles exclusivement en sapin (fig. 100c). Un réaménagement d'un point d'assemblage par ligatures internes a également été enregistré. Ce réaménagement se manifeste par le perçage de deux nouveaux évidements cylindriques, dans la hauteur de la membrure et à proximité des deux anciens canaux, et servaient au passage de nouvelles ligatures et de gournables de blocage pour l'assemblage avec une nouvelle planche de galbord[807].

Le vaigrage du navire est presque entièrement longitudinal et les planches, en sapin, sont larges de 16 à 22 cm pour une épaisseur de 2,3 à 3 cm (fig. 100b). Elles sont toutes clouées sur le bordé, ce qui les identifie davantage à des serres qu'à des vaigres.

Aucun indice, dans la partie de coque conservée, n'a permis de situer l'emplacement du massif d'emplanture qui n'a pas été conservé. P. Pomey privilégie cependant l'hypothèse d'une emplanture située très en avant du bâtiment, soit dans une zone de coque qui n'a pas été conservée après le naufrage du navire[808].

3. Équipement et gréement du navire[809]

Un *foculus* en plomb a été découvert dans la partie arrière de l'épave, à quelques centimètres de la cargaison. Cet élément a été identifié comme appartenant à un foyer de cuisson : il s'agirait d'un tuyau qui était rempli d'eau et dont le but était de refroidir le foyer.
Un jas et une pointe d'ancre ont également été mis au jour dans la zone arrière du navire. Un cabillot, appartenant au gréement du navire, a par ailleurs été découvert.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Barthélemy B*

Le type architectural du navire *Barthélemy B* se définit par une quille de faible section prolongée sur son extrémité arrière par l'étambot ; l'enture en « trait de Jupiter » qui relie les deux pièces est renforcée sur l'extérieur par un renfort de faible épaisseur. L'ensemble du bordé, monté à partir de cette charpente axiale, est assemblé à franc-bord au moyen de tenons

[805] **Lopez-Joncheray 2000**.
[806] Concernant le végétal utilisé pour la confection de la tresse d'assemblage, les analyses réalisées par Brigitte Talon (IMEP) montrent l'emploi de l'aubier provenant d'un feuillu (cf. **Wicha 2004**, p. 137).
[807] Cf. **Wicha 2004**, p. 137-139 et dessin 1 p. 137.
[808] **Joncheray A, Joncheray J.-P. 1997**, p. 106.
[809] **Lopez 1996**, p. 60 ; **Joncheray A., Joncheray J.-P. 2004**, p. 23 et p. 60-64.

et mortaises chevillés. La membrure, composée d'une alternance de varangues et de demi-couples selon une maille de 24 cm, est fixée au bordé au moyen d'une alternance de ligatures internes bloquées par des chevilles, de gournables simples et de clous enfoncés à partir de l'extérieur. Bien que les auteurs de la fouille de l'épave aient enregistré de nombreux défauts dans le façonnage et les assemblages du bordé[810], celui-ci constitue la structure portante et dominante de la coque tandis que la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire. Ce système architectural relève donc d'un principe de construction « sur bordé » auquel est associé des méthodes de construction également « sur bordé »[811].

F. Type du navire *Barthélemy B*, espace de navigation et origine

L'épave *Barthélemy B* correspond à une petite embarcation de 8 à 10 m de longueur[812] qui, associée à une cargaison de tuiles d'origine locale, l'inscrit dans un commerce de type régional développé à partir de Fréjus[813]. D'après les essences de bois employés pour sa construction, ses dimensions réduites et sa cargaison composée de tuiles régionales, S. Wicha pense également que cette embarcation correspond à une construction locale, probablement exécutée sur un petit chantier aux alentours de Fréjus[814].

Il s'agit donc d'une grande barque locale destinée à naviguer à la voile, mais certainement aussi à la rame, dans un espace maritime côtier relativement limité. Ses petites dimensions alliées à des fonds vraisemblablement plats[815] et l'adjonction d'un renfort de quille sur l'arrière (qui devait peut-être aussi exister sur l'avant, au niveau de l'écart quille-étrave) devaient également lui permettre de naviguer dans des eaux peu profondes, et venir ainsi s'échouer sur les plages de la côte varoise afin de débarquer sa cargaison de tuiles[816]. Ainsi, comme les gourses, petits bateaux de pêche traditionnels de la côte varoise[817], le navire *Barthélemy B* ne nécessitait pas une infrastructure portuaire pour l'accueillir et pouvait simplement être hissé au sec, sur la plage.

G. Conclusion

[810] **Lopez 1996**, p. 60.
[811] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[812] **Lopez-Joncheray 2000** ; **Joncheray 2004**, p. 71.
[813] **Lopez-Joncheray 2000**, p. 2-4
[814] **Wicha 2003**, p. 72 ; **2004**, p. 141.
[815] Information non publiée, communiquée par S. Wicha.
[816] Cette hypothèse personnelle découle de l'absence de voie de navigation intérieure sur la côte varoise, qui est une côte « convexe » (pour les notions de côtes « concaves » et de côtes « convexes », cf. **Beaudouin 1975**, p. 3).
[817] **Beaudouin 1975**, p. 4-7.

L'épave *Barthélemy B* s'inscrit, à nouveau, dans cette série de navires romains caractérisés par un bordé assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés et auquel est associé une membrure assemblée, de manière originale, au moyen de ligatures internes et de gournables. L'intérêt de ce bateau, contrairement aux autres navires "membrures cousues", est de s'inscrire dans un commerce de type local, à partir de la colonie romaine de Fréjus.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Barthélemy B* :

JONCHERAY A. et JONCHERAY J.-P.

1997, Épave Barthélemy B, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 105-106.

2004, Épave de tuiles romaines en Provence – Côte d'Azur. L'épave Barthélemy B, à Saint-Raphaël (Var, France), *CAS*, XV, p. 7-72.

LOPEZ A.

1995, *Barthélemy B*, *Bilan Scientifique DRASM 1994*, Ministère de la Culture, Paris, p. 54.

1996, Épave *Barthélemy B*, *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 59-60.

LOPEZ-JONCHERAY A.

2000, Littoral Paca. Saint-Raphaël. G) Barthélemy B, *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

LOPEZ A. et JONCHERAY J.-P.

1995, L'épave de tuiles Barthélemy B. Saint-Raphaël (Var), rapport de fouille, archives DRASSM, non publié.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

WICHA S.

2002 b, Épave *Barthélemy B*. Second quart du 1er siècle après J.-C. *Rapport de fouille programmé*, archives DRASSM, non publié.

2003, L'épave des tuiles Barthélemy B, 2003, *Bilan Scientifique DRASSM 1992*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 71-73.

2004, Barthélemy B : un bateau antique détenant un assemblage original par ligatures végétales chevillées. Une tradition technique dont l'origine reste à préciser…, *CAS*, XV, p. 135-143.

XXXVI. L'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 24* (*SM24*) (France, entre 40 et 75 apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[818]

Située à 450 ou 500 m au nord-ouest de l'épave *SM2* (cf. *supra*, § n°XXXIV), l'épave *Saintes-Maries-de-la-Mer 24* (*SM24*) est également localisée au large des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône, côtes de Camargue) (fig. 38), par 10 m de fond, à l'ouest du Petit Rhône. Découverte en 1998 par un pêcheur local, Pascal Ardois, l'épave avait d'abord été prise pour un gisement moderne. Ce n'est qu'au cours d'une brève expertise, réalisée en 2002 par Luc Long (DRASSM) dans le cadre de la carte archéologique de la Camargue, que le site a été identifié comme un nouveau chargement antique de barres de fer, portant ainsi à neuf le nombre total des épaves romaines chargées de fer qui se sont perdues devant l'embouchure du Rhône[819].

B. Expertises de l'épave[820]

La courte expertise effectuée par L. Long en 2002, en plus d'avoir permis la reconnaissance du chargement antique de barres de fer, a mis en évidence des éléments d'architecture navale, notamment des membrures. L'observation de trois de ces membrures a montré le système d'assemblage particulier, et déjà connu sur une dizaine d'autres épaves, des points de ligatures internes bloquées par des chevilles et alternés avec des gournables simples[821] (fig. 101a). Cette caractéristique, en plus de la cargaison métallifère que transportait le navire, a motivé la décision de retourner dès l'année suivante sur cette épave. C'est donc dans le cadre de la carte archéologique de la Camargue, conduite par L. Long en août 2003, qu'une nouvelle expertise, plus approfondie, a été menée sur l'épave *SM24*[822].

C. Matériel mis au jour et datation[823]

La longue et massive concrétion A, située au centre du gisement, la concrétion B, située au nord-ouest du site, la concrétion C, au sud-est ainsi que les petites concrétions retrouvées

[818] **Long 2003**, p. 53.
[819] Cf. *supra*, note 782.
[820] **Long 2003**.
[821] **Long 2003**, p. 53.
[822] **Long, Marlier, Rival à paraître**.
[823] **Long, Marlier, Rival à paraître**.

dispersées dans la partie nord du site (fig. 101b) correspondent au chargement principal de lingots et de barres de fer que transportait le navire. Le seul poids de la concrétion A est évalué à environ 5 tonnes. Une série de rondins de bois blanc, disposés sous les barres de fer de la concrétion C, représentait probablement un complément de fret.

Concernant la datation de l'épave, des analyses radiocarbones pratiquées sur une des membrures du navire situent la datation de l'échantillon entre 120 av. J.-C. et 75 apr. J.-C. Cette chronologie est resserrée par la découverte d'un fragment de sigillée sud-gauloise appartenant à la forme Dragendorf 29b s'inscrivant dans une fourchette chronologique comprise entre 40 et 90 apr. J.-C. Sur la base de ces deux marqueurs – datation C14 et céramique – l'épave *SM24* peut donc être datée entre 40 et 75 apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les vestiges de la coque du navire, étudiés dans le cadre d'une carte archéologique, n'ont pas été entièrement dégagés mais le site, au total, a tout de même été ouvert sur une longueur de 10,20 m sur une largeur de 5 m. Les vestiges dégagés correspondent à la partie centrale du navire, qui n'a pas pu être orientée, avec la quille, une partie du bordé, avec huit virures dégagées dans la partie nord du site et neuf virures conservées au Sud, et vingt six membrures en place (fig. 101b). Les vestiges, recouverts d'une couche de sable puis d'une vase compacte ainsi que de lauzes de grés formés par l'agglomération du sable, étaient relativement bien conservés. La quille présente cependant de nombreuses fractures et ruptures le long de sa face latérale nord, au niveau de sa ligne de mortaisage, ayant notamment entraîné l'arrachement de la face supérieur de la quille, sur son extrémité est (fig. 101c) ; le bordé nord, comme le bordé sud, est par ailleurs désolidarisé de la quille ; enfin, certaines membrures, dans la partie nord du site, n'ont pas été conservées (fig. 101b).

L'étude architecturale a été conduite directement par M. Rival (CCJ/CNRS) et moi-même. En plus de l'étude effectuée *in situ*, nous avons également procédé au prélèvement de deux importants morceaux de coque pour l'étude à terre. Le premier prélèvement a porté sur l'extrémité ouest de la coque avec les membrures M10, M11, M12 et le bordé attenant ; le second prélèvement a porté sur l'extrémité ouest de la quille (fig. 101b). Les premiers résultats de cette étude ont été présentés dans le cadre de la journée du DRASSM 2004[824].

2. Présentation architecturale

[824] **Long, Marlier, Rival à paraître**.

La quille a été conservée sur une longueur de 8,60 m et se termine à l'ouest par un écart en « trait de Jupiter » destiné à l'assemblage de la quille avec la pièce d'étrave ou d'étambot qui n'a pas été conservée (fig. 101b). Il s'agit d'un « trait de Jupiter » à encastrement et entaille à redan des plus classiques (fig. 101d et fig. 101e). Sa longueur, de 47 cm, présente une inclinaison par rapport à l'horizontale de 11,25° qui correspond à un départ d'élancement avant ou de quête arrière du navire.

La quille, débitée dans du chêne caducifolié[825], présente une section quadrangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure avec une largeur de 26 cm pour une hauteur de 22 cm. Ses faces latérales ne reçoivent aucun chanfrein ni aucune râblure. L'assemblage quille-galbord est assuré au moyen de tenons et mortaises chevillés. Les mortaises, dans le but évident de ne pas affaiblir la pièce, sont disposées en alternance d'un bord à l'autre de la quille (fig. 101f) ; elles ont une largeur d'environ 3,5 cm pour une profondeur de 3,3 cm. L'écartement entre les petites chevilles de blocage est en moyenne de 5,8 cm.

Le galbord, au niveau du prélèvement 1, présente une largeur de 20 cm pour une épaisseur constante de 7,5 cm (fig. 101g). Sa forme est quadrangulaire sans biseau ni chanfrein et son apposition, contre les joues latérales planes de la quille, devait donc déterminer un angle de carène horizontal. Le ribord, qui fait suite au galbord, a une largeur de 22 cm et présente un profil évolutif : d'une épaisseur de 7,5 cm au contact du galbord, cette épaisseur se réduit à 6 cm au niveau de la troisième virure grâce à un léger chanfrein pratiqué sur sa face externe. La troisième virure, ou "virure de point", d'une largeur de 25 cm voit, elle aussi, une réduction d'épaisseur s'opérer passant de 6 cm au contact du ribord à 5 cm du côté de la quatrième virure. Ce n'est donc qu'à partir de cette virure que l'épaisseur du bordé va devenir constante, et ce, jusqu'à la neuvième virure conservée de l'épave. Les virures, en chêne caducifolié, sont assemblées entre elles à franc-bord également au moyen de tenons et mortaises chevillés. Comme sur la quille, les mortaises sont implantées en alternance d'un bord à l'autre de chaque virure (fig. 101g), dans le but de ne pas trop affaiblir les virures, et sont disposées en ligne sur chaque can. Les tenons, en chêne vert, qui prennent place dans les mortaises, sont longs de 16 à 19 cm et larges de 6 à 7 cm pour une épaisseur de 7 à 8 mm. Les petites chevilles de blocage, en orme, sont tronconiques et sont enfoncées à partir de l'intérieur de la coque : elles ont un diamètre mesuré à l'intérieur de la coque compris entre 15 et 16 mm et un diamètre mesuré à l'extérieur de l'ordre de 13 à 15 mm. Il est important de souligner que l'écartement des petites chevilles de blocage du bordé, qui varie de 12,5 à 19,5 cm avec une moyenne générale de 16,35 cm, est bien plus important que celui relevé pour l'assemblage quille-galbord (cf. 5,8 cm).

[825] Toutes les analyses concernant la détermination des essences employées pour la construction du navire ont été réalisées par F. Guibal (IMEP/CNRS).

Sur la portion de carène observée, les joints de bordage sont classiquement taillés en sifflet et également assemblés par tenons et mortaises. Cependant, il faut signaler une taille inhabituelle pour un joint, situé au sud-ouest entre les membrures M11 et M14 (fig. 101b). La morphologie particulière de cette virure découle, en toute vraisemblance, d'un débitage provoqué par un défaut anatomique de la planche, du type nœud ou fissure qui, après avoir été supprimé par les charpentiers, confère à cette virure une forme et un montage singulier.

Le système d'implantation des membrures, rencontré sur l'épave *SM24*, est difficile à déterminer (fig. 101b). Au centre de l'épave (de M17 à M26), à l'exception de M20 qui a pu être identifiée comme une varangue, la concrétion qui recouvre les membrures situées au sud de la quille, et la disparition des membrures situées au Nord, ne permettent effectivement pas de distinguer les varangues des demi-couples. Nous avons tout de même pu enregistrer que sur l'extrémité ouest de la coque, se succédaient, à la suite de deux demi-couples clairement identifiés (M10 et M11), une varangue (M12), un demi-couple (M13) et une varangue (M14). Du côté est, en présumant que M29, qui est fracturée sur son extrémité sud est bien un demi-couple, nous observons, de M26 à M31 une alternance d'une petite série de varangues et de demi-couples. Et nous enregistrons à la suite, de M32 à M36, une succession nette de varangues. La maille de la membrure est en moyenne de 15,5 cm. Il s'agit d'une maille plutôt serrée si l'on considère la largeur des membrures qui varie de 9 à 16 cm avec une moyenne représentative de 12,23 cm. Cette large variation est à mettre en relation avec les bois bruts utilisés pour le débitage des membrures. Le façonnage de ces pièces, débitées dans du chêne caducifolié, de l'orme, du frêne, du pin de Bosnie, du peuplier et du sapin, est en outre grossier et les membrures sont parfois à peine équarries. Les membrures sont en revanche particulièrement épaisses : elles mesurent de 14 à 18 cm de hauteur et atteignent les 23 à 26 cm au niveau de la quille. Les membrures de *SM24* présentent donc un profil rectangulaire et sont plus hautes que larges, ce qui leur donne un aspect "étroit". Elles semblent également rectilignes sur toute la largeur de coque dégagée, soit de la quille jusqu'à la huitième virure située au Nord et également jusqu'à la neuvième virure située au Sud. Les varangues présentent, au niveau de la quille, des trous d'anguiller rectangulaires parfaitement bien taillés avec un léger chanfrein pratiqué sur les bords.

La membrure est assemblée au bordé au moyen de trois types d'assemblage : des gournables simples, des points de ligatures internes bloquées par des chevilles et des clous. En règle générale, la distribution des points d'assemblage est organisée de la manière suivante : on observe, sur le dos des membrures, et au niveau de chaque virure, une alternance d'un point d'assemblage par ligatures bloquées par deux chevilles, une gournable simple, un point d'assemblage par ligatures *etc*.… On a donc un schéma global en quinconce avec une alternance à la fois dans le sens transversal et à la fois dans le sens longitudinal (fig. 101b). Les clous, qui sont très nombreux sur ce navire, semblent venir encadrer presque systématiquement les points d'assemblage décrits ci-dessus et venir ainsi renforcer

l'assemblage de la membrure au bordé. Aucun de ces trois types d'assemblage ne vient cependant assembler la membrure à la quille.

Les gournables simples observées ne sont pas tronconiques. Elles sont en sapin et présentent un diamètre qui varie de 18 à 30 mm et ont été enfoncées de l'extérieur vers l'intérieur de la coque.

Les points d'assemblage par ligatures ont été effectués de la manière suivante (fig. 101h) : les ligatures, constituées de tresses végétales[826] composées de trois fois trois brins de 1 mm chacun, pour une largeur à plat de la tresse ainsi composée d'environ 5 à 9 mm, sont passées en boucles dans des évidements cylindriques percés à mi-bois dans la hauteur des membrures et des virures correspondantes ainsi que dans des gorges creusées entre chaque couple d'évidements, à la fois sur le dos de la membrure et sur la face externe des bordés. Ces gorges ont pour but de recueillir la ligature et d'éviter ainsi qu'elle ne soit en proéminence à l'intérieur et à l'extérieur de la coque. Leur longueur varie de 2 à 7 cm pour une largeur de 1 à 3,1 cm et une profondeur elle aussi très variable comprise entre 1,3 à 4 cm[827]. Une fois la tresse végétale passée en boucle, sur deux à trois tours complets, elle est bloquée dans les évidements cylindriques par des chevilles en sapin qui assurent en plus l'étanchéité du point d'assemblage. Les chevilles, pour chaque paire d'évidement, sont enfoncées en inversant leur sens d'introduction de part et d'autre de la coque. C'est-à-dire que l'une des chevilles est enfoncée depuis le dos de la membrure tandis que l'autre est enfoncée à partir de la face externe de la virure. Ces gournables de blocage présentent un bord abattu correspondant au passage de la ligature dans les canaux (fig. 101i). Légèrement taillés de façon tronconique, leur plus grand diamètre est de 23 à 31 mm alors que le diamètre le plus réduit est compris entre 22 à 26 mm. Pour finir, une épaisse couche de poix est coulée intérieurement sur le dos des membrures et extérieurement sur le bordé, venant ainsi obstruer les gorges afin de parfaire l'étanchéité de ces assemblages (fig. 101j). À ce système d'assemblage par ligatures – déjà enregistré sur une dizaine d'autres épaves – vient se substituer sur la membrure M12 un schéma quelque peu différent. On observe en effet sur le dos de cette membrure l'implantation de deux gournables séparées par une gorge suivies d'une nouvelle gorge accolée à une nouvelle gournable, soit trois gournables séparées chacune par une gorge[828] (fig. 101k et fig. 101l). Ce modèle, peu banal, n'a jamais été observé sur les autres épaves présentant des membrures "cousues" par ligatures internes. Cette membrure a été prélevée afin de mieux appréhender l'originalité de cet assemblage. Dans cette perspective, une coupe

[826] Concernant le végétal utilisé pour la confection de la tresse d'assemblage, les analyses réalisées par Brigitte Talon (IMEP) montrent l'emploi de l'aubier provenant d'un feuillu. Information inédite communiquée par S. Wicha et tirée de sa thèse *« Caractérisation d'un groupe d'épaves antiques de Méditerranée présentant un assemblage des membrures par ligatures végétales : approche architecturale et paléobotanique »*, non encore soutenue.

[827] La mesure donnée pour la profondeur des gorges correspond uniquement aux gorges situées sur le dos des membrures. Elle n'a pas été mesurée sur la face externe du bordé.

[828] Détails des dimensions de ce point d'assemblage : 1 gournable : diam. : 2 cm – 1 gorge L. : 3 cm – 1 gournable : diam. 2,2 cm –1 gorge : L. : 3,7 cm – 1 gournable : diam. 2 cm, soit une longueur totale de ce point de 12,9 cm.

à mi-bois a été pratiquée dans l'épaisseur de la pièce afin de pouvoir examiner l'assemblage. Après une observation fine (fig. 101m), nous avons pu constater que le "ligaturage" membrure-bordé est identique à celui décrit précédemment. L'observation du premier canal (à gauche sur la photo) montre en effet que cet évidement n'a pas été percé complètement. Il est bouché par une gournable introduite à partir du dos de la membrure. Par ailleurs, sur la face externe du bordé, on ne retrouve pas deux gorges comme on aurait pu le penser, mais bien une seule, très longue (fig. 101n)[829] qui correspond à l'écartement des deux autres évidements qui n'ont clairement pas été percés de manière parallèle. Cette dernière observation confirme, s'il en était besoin, que nous nous trouvons bien devant un schéma classique de ce type d'assemblage par ligatures internes. Le perçage inachevé du premier évidement ainsi que le creusement de la première gorge qui relie cet évidement cylindrique au second correspond donc probablement à une erreur des charpentiers qui se sont "rattrapés" en bouchant l'évidement par une gournable et en comblant la gorge vide de toute ligature par de la poix.

Les clous, enfin, sont vraisemblablement en fer et ont été enfoncés à partir de l'extérieur du bordé généralement jusqu'à mi-hauteur de la membrure. Ils sont de section carrée, d'environ 17 mm.

Le massif d'emplanture n'a pas été retrouvé, mais la succession de varangues observée dans la zone est du site, font penser que cette interruption dans le rythme d'alternance de la membrure était liée à son implantation. Dans la construction navale antique, une zone de varangues successives est en effet bien souvent significative de l'intention des constructeurs de renforcer la zone de l'emplanture[830]. Des feuillures, entaillées sur le dos des membrures M26 et M34 à raison d'une seule feuillure sur chaque membrure, ont par ailleurs été enregistrées (fig. 101b). En raison du mauvais état de conservation de la plupart des membrures au niveau de la quille, aucune autre feuillure n'a pu être repérée sur le dos des varangues situées entre M26 et M34. En raison de ces deux indices, succession de varangues et feuillures, il est en tout cas permis de supposer que cette zone correspondait à la localisation d'un massif d'emplanture.

Aucune trace du plancher de cale n'a été retrouvée sur la portion de coque dégagée. En revanche, des "planches" de bois, observées sous les barres de fer de la concrétion B qui a été remontée à terre pour être étudiée, semblent correspondre à des éléments du plancher de cale (fig. 101o). L'épaisseur générale de ces éléments est de l'ordre de 7 cm pour une largeur d'environ 40 cm. Sur ces pièces, des traces de clous carrés ont été observées signifiant qu'il s'agissait peut-être de serres. Ces planches supportaient le poids de la cargaison de barres de

[829] L. gorge : 7,4 cm, soit une longueur totale de ce point – avec le diamètre rajouté des gournables – de 11,4 cm.
[830] Exemple sur l'épave *Dramont A* (vers 50 av. J.-C.) où au moins huit membrures-varangues successives ont été enregistrées sous le massif d'emplanture (cf. **Santamaria 1975**, p. 194). De manière plus générale, cf. **Pomey, Gianfrotta 1981**, p. 246.

fer, ce qui explique d'une part leur épaisseur importante et la présence, d'autre part, entre ces planches et la cargaison, d'un "matelas végétal" de protection (cf. *infra*).

L'intérieur du bordé était enduit d'une épaisse couche de brai mélangée à des copeaux et des débris végétaux dont l'analyse en cours devrait préciser la nature des matériaux utilisés. Entre les membrures, ce qui semble être des sarments de vigne ont également été retrouvés en quantité importante[831] (fig. 101p). À l'origine, ces végétaux devaient sans doute se trouver sur le plancher de cale afin de protéger celui-ci de la lourde cargaison que le navire transportait. La découverte du même type de végétaux sur la concrétion B (fig. 101q) entre des éléments de bois, semblant appartenir au plancher de cale, et les barres de fer confirme cette hypothèse.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *SM24*

Le type architectural du navire *SM24* se définit par une charpente axiale composée d'une quille de section plus large que haute et prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » ; le galbord est apposé directement sur les joues planes de la quille, déterminant ainsi un fond de carène horizontal ; l'ensemble quille-galbord, de même que l'ensemble du bordé, est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés mais selon un réseau plus dense sur la charpente axiale. La membrure, constituée vraisemblablement d'une alternance de varangues et de demi-couples, excepté dans la zone présumée du massif d'emplanture où une série de cinq varangues se succèdent, présente une maille d'environ 15,5 cm. Les membrures sont de section rectangulaire et semblent rectilignes sur toute la largeur de coque dégagée. Elles sont fixées au bordé au moyen de points de ligatures internes bloqués par des chevilles qui alternent, au niveau de chaque virure, avec des gournables simples enfoncées à partir de l'extérieur ; des clous, également enfoncés à partir de l'extérieur, viennent de manière quasi systématique encadrer ces points d'assemblage, renforçant ainsi la fixation de la membrure au bordé. Ce système architectural, dans lequel le bordé, parfaitement assemblé dans toutes ses parties, joue le rôle de structure portante et dominante de la coque tandis que la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, correspond au principe de construction classique « sur bordé »[832]. Les méthodes de construction mis en œuvre pour le montage du fond de carène étudié sont également clairement « sur bordé ».

[831] Des prélèvements ont été effectués pour analyse afin de confirmer la nature de ces végétaux.
[832] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

F. Type du navire *SM24*, espace de navigation et origine

Les modules des bois (notamment épaisseur des bordés et hauteur des membrures) révélés par l'épave *SM24* ainsi que l'implantation horizontale du galbord sur une quille plus large que haute et des membrures rectilignes dans le plan transversal semblent déterminer un gros navire de charge à fond plat. Concernant ses dimensions, sa longueur, en raison de l'implantation présumée du massif d'emplanture dans la zone est du site indiquant que l'extrémité de quille dégagée à l'ouest correspond au tiers avant ou arrière du navire[833], peut être estimée dans une fourchette de l'ordre de 20-25 m. Les modules de ce navire, pour ce qui concerne l'épaisseur des bordés ainsi que les dimensions et la maille de la membrure, sont par ailleurs identiques au navire *SM2*, pour lequel L. Long évaluait la longueur à 15 ou 18 m (cf. *supra*, p. 330). Compte tenu de ces éléments, c'est donc bien dans le même ordre de grandeur, 20-25 m, qu'il faut également inscrire le navire *SM2*. Les navires *SM24* et *SM2* représentent ainsi les plus grosses épaves de Camargue à chargement de fer.

Par ailleurs, comme l'avait pressenti L. Long lors de l'expertise effectuée en 2002, il s'agit d'une embarcation à fond plat qui pourrait se rattacher aux navires de charge de type fluvio-maritime. L. Long pense plus précisément aux allèges utilisées par les naviculaires marins arlésiens dont parlent les sources antiques[834]. Et en effet, l'origine de la cargaison métallifère, qui désigne la Montagne Noire, au nord de Narbonne[835], et la position de l'épave, indiquant que le navire cherchait vraisemblablement, au moment de son échouage, à remonter un bras du Rhône, désignent clairement un espace nautique alliant la navigation maritime côtière à la navigation fluviale[836]. On sait néanmoins peu de choses des navires de la marine arlésienne antique, si ce n'est qu'ils contribuèrent à faire de la ville un port extrêmement actif. En revanche, grâce aux peintures, ex-votos, voire à la photographie et à un plan publié par l'amiral Pâris, on connaît relativement bien les fameuses allèges d'Arles de l'époque moderne et contemporaine[837] (fig. 101r). Conçus par les constructeurs de la basse vallée du Rhône confrontés à la géomorphologie particulière du delta du Rhône, les allèges étaient des grands bateaux de charge à fond plat, gréées à voile latine, et adaptées aux difficultés d'une navigation fluviale et maritime. Leur fond plat, se raccordant à angle vif avec des flancs ronds, et leur faible tirant d'eau leur permettaient ainsi de franchir la barre du Rhône pour assurer le transport de marchandises, voire de passagers, entre Arles, et même Beaucaire située plus en amont du fleuve, et les ports provençaux du littoral (Marseille, Toulon, Saint-Raphaël, Nice) mais également les ports de Ligurie et de Catalogne. Les plus grandes allèges pouvaient atteindre les 25 m de longueur pour une capacité de charge maximale d'environ 65

[833] Soit, env. 6 m de coque entre l'extrémité de la quille et la zone d'implantation du massif d'emplanture, auquel il faut rajouter l'extrémité (étrave ou étambot) qui a disparue, env. 3 m.
[834] **Long 2003**, p. 53.
[835] **Long 2003**, p. 53.
[836] Le passage de la barre du Rhône implique également un tirant d'eau réduit, de l'ordre de 1,50 m environ (cf. **Marlier à paraître a**).
[837] **Pâris 1975**, pl. 28, vol. 1 ; **Rigaud 2001**.

tonnes de port en lourd. Par conséquent, bien qu'en l'absence de données archéologiques suffisantes (extrémités notamment) aucune tentative de restitution d'un plan des formes n'ait pu être faite pour l'épave *SM24*, le fond plat du navire et son espace de navigation tendent à confirmer l'hypothèse d'une allège effectuant le transport du fer depuis Narbonne jusqu'en Arles.

Concernant le lieu de construction du navire, celui-ci n'a pas été déterminé, mais dans la mesure où il s'agit d'un navire adapté à un espace de navigation particulier, le chantier doit probablement se trouver dans une zone correspondant à cet espace, pourquoi pas Arles – comme le suggérait L. Long – où se trouvaient des *navalia* réputées.

G. Conclusion

L'épave *SM24* apporte ainsi des données supplémentaires concernant le commerce du fer dans cette zone de la Méditerranée nord-occidentale entre la deuxième moitié du I^er^ s. av. J.-C. et le I^er^ s. apr. J.-C. Elle apporte également certaines réponses aux questions posées précédemment pour l'épave *SM2* qui s'inscrit dans le même contexte économique et le même espace de navigation. L'épave *SM24* montre ainsi qu'il s'agissait de gros navires de charge à fond plat, vraisemblablement des allèges de construction régionale, affectés au transport du fer embarqué dans le port de Narbonne et dont la destination était le port d'Arles, situé en aval du Rhône, voire au-delà. L'espace de navigation est donc celui, particulier, d'un espace de type fluvio-maritime délimité par la zone maritime côtière située entre Narbonne et l'embouchure du Rhône ainsi que (au moins) la section inférieure du Rhône.

En outre, l'épave *SM24*, tout comme l'épave *SM2*, vient également s'inscrire, dans le domaine de la construction navale antique, dans cette série d'épaves datées de la même période et qui présentent un assemblage de leur membrure au bordé par des points de ligatures internes, alternés avec des gournables simples, et renforcé pour certaines par des clous. Cependant, jusqu'à la découverte de *SM24* et rétroactivement, de *SM2*, l'ensemble des navires "membrures cousues" semblaient correspondre – à l'exception des navires *Cap del Vol* et *Baie de l'Amitié* (cf. *supra*, § n°XXX et *infra*, § n°XXXVIII) – à des navires de petites dimensions, d'une longueur maximale de 15 m. Or, nous avons à présent à faire à deux navires de taille vraisemblablement beaucoup plus importante se rapportant, en outre, à un type architectural particulier lié à un espace de navigation spécifique, qui remet en cause l'homogénéité de cet ensemble de navire. C'est dans cette perspective que cet assemblage par ligatures, encore inédit du point de vue de son étude, sera analysé dans la quatrième partie.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *SM24* :

DJAOUI D.

2003, *Le commerce du fer d'après les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer (50 av. J.-C. – 90 apr. J.-C.)*, mémoire de DEA sous la direction de Pomey P., Université de Provence, Aix-en-Provence, p. 45-47.

LONG L.

1997, Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au Grand Rhône. Des cargaisons de fer antiques aux gisements du XIXe s. Leur contribution à l'étude du paléorivage, dans M. Baudat (dir.), *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et archéologie, Actes du colloque des 18-19 nov. 1995*, Groupe archéologique arlésien, Arles, p. 59-115.

2003, Carte Archéologique. Au large de la Camargue. L'épave Saintes Marie 24, *Bilan Scientifique DRASSM 2002*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 53-54.

LONG L., MARLIER S. et RIVAL M.

À paraître, L'épave Saintes-Marie 24. Objets de bord et architecture navale, *Bilan Scientifique DRASSM 2003*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris.

XXXVII. Les épaves de Nin (Croatie, fin de la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[838]

Nin se situe sur la côte est de l'Adriatique, en actuelle Croatie (fig. 38). Comptoir fondé par les Grecs au V^e^ s. av. J.-C., sous le nom d'*Aenona*, elle devient municipe après la conquête romaine de la Dalmatie en 8 apr. J.-C. Durant la période romaine, le port d'*Aenona* est un port de transit actif, situé sur l'une des routes maritimes les plus fréquentées sous l'empire romain, le long de la côte orientale de l'Adriatique, et peut être identifié, d'après Z. Brusić et M. Domjan, comme le port d'Epilicus figurant sur la table de Peutinger[839]. Les explorations archéologiques sous-marines conduites sur le littoral de l'ex-Yougoslavie depuis les années 1950 ont permis de mettre au jour un grand nombre de vestiges variés, parmi lesquels des objets liés à la vie portuaire, des épaves, ainsi que des découvertes isolées, qui permettent de confirmer l'importance des routes maritimes le long de cette côte durant l'Antiquité jusqu'à la fin du Moyen Âge. Parmi les différents sites explorés, le port d'*Aenona* est l'un des ports antiques les mieux préservés de cette côte. Les murs, le temple monumental, le forum et les autres monuments publics importants érigés par les riches Liburniens romanisés témoignent de la prospérité de la cité. Celle-ci est due notamment à un arrière pays riche et fertile où la vigne et l'olivier étaient cultivés. Le commerce a également joué un rôle essentiel dans son économie[840]. *Aenona* était, par conséquent, dotée d'un port relativement important permettant d'accueillir les navires qui assuraient le transit et les échanges de marchandises. Le site portuaire est localisé à 2,5 km de la cité, sur une petite île entourée en partie par la mer et en partie par des lagons marécageux.

Le port antique de Nin fut identifié pour la première fois en 1966 lors de prospections sous-marines dirigées par Z. Brusić (musée archéologique de Zadar, Croatie) dans cette zone. Les vestiges d'une large digue, connectée à un complexe architectural sur le rivage, ont été découverts ainsi que les traces de la route qui reliait la zone du port avec *Aenona*. Des fouilles de l'ancienne côte (qui se trouve maintenant à environ 4 m sous la mer) ont également été organisées. L'important matériel archéologique mis au jour lors de ces campagnes[841] témoigne d'une fréquentation importante du port et a permis de dater la période la plus intense de son activité entre le I^er^ s. et le II^e^ s. apr. J.-C. et la fin du trafic portuaire au IV^e^ s. La digue mise au jour avait pour fonction de protéger la baie et les navires du vent et servait également pour le transfert des marchandises que transportaient les navires. De nombreux lests en pierre ainsi qu'une grande quantité de matériel céramique ont été retrouvés dans cette

[838] **Brusić, Domjan 1985**, p. 67-71.
[839] **Brusić, Domjan 1985**, p. 69.
[840] **Wilkes 1969**, p. 203-206.
[841] Il s'agit essentiellement de céramiques, de verres et de pièces de monnaies romaines (cf. **Brusić, Domjan 1985**, p. 69).

zone ainsi que les vestiges de deux navires qui se trouvaient à l'extrémité du môle, à côté de la ligne de rivage du port, sous 1,50 à 2 m d'eau. La première épave fut découverte en 1966 lors d'une exploration sous-marine entreprise par Z. Brusić tandis que la seconde épave fut mise au jour, à quelques mètres de la première, lors de nouvelles recherches sur le port antique de Nin, effectuées en 1982. Les deux épaves ont été retrouvées dans la partie supérieure d'une couche archéologique, datée de l'époque romaine[842] et elles étaient en outre recouvertes par une couche de sable de 20 à 30 cm d'épaisseur.

B. Expertise et fouille des épaves[843]

Bien que découverte en 1966, la première épave ne fit pas immédiatement l'objet d'une fouille exhaustive, faute de moyens. Au moment de sa mise au jour, seule une petite section du navire, correspondant à quelques virures de bordé et une partie de la quille, fut dégagée (fig. 102a) et les responsables de l'expertise, Z. Brusić et M. Domjan, effectuèrent des photographies et des dessins et prélevèrent également une petite section de bordé afin de l'étudier plus en détail. Ce n'est qu'en 1979, treize ans plus tard, que l'épave fut entièrement dégagée. Les vestiges du navire furent alors prélevés pour être transportés dans un bassin du Centre pour la Conservation des Découvertes Hydro-archéologiques de Zadar afin de bénéficier d'un traitement au PEG. Au terme du traitement, il était prévu de ré-assembler les pièces du navire afin de mieux analyser le mode d'assemblage original de ce bateau. Malheureusement, le processus de restauration n'a pas abouti et on ne sait pas ce que sont devenus les éléments de ce navire.

Par manque de moyens et à cause de l'impossibilité de traiter le bois d'une nouvelle épave – le bassin du musée de Zadar étant notamment trop petit – aucune fouille n'a été réalisée sur la seconde épave. Les vestiges du navire ont seulement été dégagés et photographiés avant d'être soigneusement recouverts.

C. Datation[844]

Les deux épaves ont été retrouvées dans la partie supérieure de la couche romaine datée du I^{er} s. apr. J.-C. Aucun matériel appartenant à une cargaison n'a été retrouvé en relation avec les épaves et on peut penser que ces navires ont été abandonnés à moins qu'ils n'aient fait naufrage et que leur cargaison ait été récupérée. Quoiqu'il en soit, seules des pièces de

[842] Cette couche contenait notamment des fragments de bordé, des matières organiques variées ainsi que de la céramique, du verre et des objets métalliques (cf. **Brusić, Domjan 1985**, p. 71).
[843] **Brusić, Domjan 1985**, p. 71 et 77.
[844] **Brusić, Domjan 1985**, p. 81-82.

monnaie à l'effigie de l'empereur Vespasien ont été retrouvées sur la carène du premier navire et ont permis de donner un *terminus ante quem* à la datation des deux navires. Cela signifie que ces deux bateaux auraient coulé ou été abandonnés avant l'émission des monnaies, soit au début de la seconde moitié du I^er^ s. apr. J.-C. Des échantillons de bois de la seconde épave ont par ailleurs été prélevés afin d'être datés par la méthode de datation au Carbone 14. L'application de cette méthode a donné une fourchette chronologique différente de celle donnée par la stratigraphie, comprise entre le III^e^ s. et le IV^e^ s. av. J.-C. Les incertitudes posées par la datation au C14 (en plus des problèmes de correction qu'implique cette méthode) amènent ainsi à privilégier, à l'instar de Z. Brusić et M. Domjan, les données stratigraphiques. Comme on l'a vu précédemment, la date d'abandon ou de naufrage des deux navires serait à situer avant 69, soit au début de la seconde moitié du I^er^ s. apr. J.-C. Si l'on admet que la longévité d'un navire à cette époque est de 20 à 25 ans[845], on peut considérer que ces bateaux ont navigué vers la fin de la première moitié du I^er^ s. apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation des coques et étude

Il n'a été préservé du premier navire de Nin, retrouvé aplati par la pression des couches supérieures, qu'une longueur de 6,50 m correspondant à la partie centrale avec encore en place, une section de quille, vingt virures et seulement six membrures. La trace de onze autres membrures, non conservées, étaient néanmoins repérables (fig. 102b). Concernant l'état de conservation global, les virures étaient affaissées des deux côtés de la quille et les membrures étaient fracturées. La seconde épave a été conservée sur une longueur de 8 m et une largeur de 2 m. Les vestiges correspondaient à vingt-quatre membrures (fig. 102c), des fragments de vaigrage et deux pièces de construction non en place. La charpente longitudinale du navire, quille, étrave et étambot, avait en revanche entièrement disparu.

Concernant l'étude de ces navires, bien que les vestiges de la première épave aient été prélevés pour être traités et analysés, aucune véritable étude d'architecture navale n'a été réalisée et seul un article, portant sur les deux épaves de Nin, a été publié par Z. Brusić et M. Domjan[846]. Les relevés de l'épave présentés dans l'article (cf. notamment les fig. 102b et fig. 102h) sont néanmoins difficiles à lire et à analyser en raison des données insuffisantes et des lacunes qu'ils présentent. Aucun relevé ni aucune donnée véritablement exploitable ne sont publiés pour le second navire qui correspond apparemment au même type architectural que le premier navire.

[845] Pour cette question, cf. **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 232.
[846] **Brusić, Domjan 1985**.

2. Présentation architecturale

La quille du premier navire présente une section quadrangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure avec une hauteur de 12 cm environ[847] (fig. 102d). Ses joues sont planes et ne reçoivent ni râblure, ni chanfrein. Le galbord, de section rectangulaire avec le can interne biseauté, est donc apposé directement contre les joues de la quille, selon un angle de 30 à 35°, déterminant ainsi des fonds de carène légèrement anguleux. L'ensemble quille-galbord, de même que le reste du bordé, a été assemblé au moyen de ligatures végétales (cf. *infra*), mais contrairement aux bordages, sur lesquels les canaux pour le passage des ligatures ont été percés de part en part, la quille présente des canaux percés en biais en raison de sa hauteur.

Les virures du bordé présentent une largeur moyenne de 13 à 17 cm pour une épaisseur d'environ 2 à 3 cm[848]. Elles sont assemblées à franc-bord au moyen de ligatures selon le système suivant (fig. 102e). Les ligatures, constituées de trois liens végétaux (en lin ou en écorce jaune de saule) tressés ensemble, sont passées de manière continue et longitudinale, sans croisement, au travers de canaux de 3 à 4 mm de diamètre, percés de part en part sur les bords des virures – à environ 1 cm du bord – selon un écartement de 2 à 2,5 cm (fig. 102f). Une fois en place, les ligatures sont bloquées dans leur canaux de passage par des petites chevilles qui assurent en même temps l'étanchéité du système en bouchant totalement les évidements. L'étanchéité est également assurée, non pas par un rouleau de tissu rempli de végétaux, mais par une « plante grimpante » de 3 cm de large et imprégnée de poix qui prend place le long des joints de virure et est enserrée par le passage des ligatures qui viennent complètement l'écraser[849] (fig. 102g). Les extrémités des bordages, liés au moyen d'un écart en biseau, sont assemblés de la même manière (fig. 102e).

Reposant sur l'observation des relevés, le système de membrure du premier navire de Nin est difficile de déterminer. Il semble néanmoins que la membrure était constituée d'une succession de varangues continues (fig. 102b) et que les demi-couples, auxquels paraissent correspondre les coupes B et C de la fig. 102h, ne soient en fait des varangues brisées par la rupture et les déformations de la carène lors de l'enfouissement de l'épave sous les couches archéologiques et sédimentaires qui la recouvraient. La maille de la membrure, qui varie de 40 à 50 cm, est extrêmement large si l'on considère la largeur des varangues, mesurée à 6-7

[847] Mesure effectuée directement sur la fig. 102d.
[848] Les épaisseurs ont été mesurées sur la fig. 102d.
[849] Z. Brusić et M. Domjan parlent de *« climbing plant »* ou *« bulky »* pour parler de la nature de ce rouleau d'étanchéité particulier (cf. **Brusić et Domjan 1985**, p. 77). Les analyses ont été effectuées par le *College of Forestry* de Zagreb (Croatie) et on s'étonnera du fait que leur détermination ne soit pas plus précise, concernant notamment l'espèce de plante grimpante employée.

cm[850] (fig. 102b). On observe par ailleurs sur le relevé un large espace entre deux membrures, de l'ordre de 97 cm environ[851], soit deux fois plus grand que l'écartement relevé entre les autres varangues. Cette rupture dans le rythme de la membrure est peut-être liée à la localisation d'une pompe de cale qui n'a pas été conservée et qui était située, sur les navires antiques, au tiers arrière, et pouvait occuper, en longueur, l'espace contenu entre plusieurs varangues[852]. Les varangues mesurent 4 à 7 cm de hauteur et présentent sur leur face inférieure des évidements de forme rhomboïdale (fig. 102h, coupes B et C) destinés au passage des rouleaux d'étanchéité du bordé. Seule une membrure, située à une des extrémités (coupe A), présente des entailles de forme triangulaire. On ne sait pas si ces évidements de forme différente ont été percés intentionnellement par le constructeur pour s'adapter aux courbes du navire ou bien s'ils n'ont aucune signification. On peut simplement faire remarquer que l'on rencontre également cette particularité sur les membrures de l'épave de Comacchio situées au niveau du bouchain (cf. *supra*, p. 307).

Les varangues ont été fixées au bordé au moyen de gournables de 15 mm de diamètre, à raison d'une gournable par virure (fig. 102d). Elles sont liées à la quille de la même façon. Cet assemblage de la membrure à la quille est assez inédit dans la construction navale antique où les varangues ne sont que très rarement assemblées à l'axe longitudinal[853] et témoigne d'un renforcement de la structure, sans doute à mettre en relation avec le système d'assemblage particulier du bordé au moyen de ligatures.

Selon Z. Brusić et M. Domjan, le second navire est identique au premier et présente les mêmes systèmes d'assemblage pour le bordé et la membrure[854]. Seuls deux éléments de construction, retrouvés non en place, complètent la description donnée pour le premier navire (fig. 102i). Il s'agit de deux pièces de section apparemment rectangulaire qui comportent des entailles sur leur face supérieure. Les auteurs interprètent ces pièces comme des massifs d'emplanture et pensent que le navire possédait un mât bipode qui était fixé à l'intérieur des cavités de ces deux pièces[855]. Pour étayer leur hypothèse, ils donnent notamment comme exemple des représentations de navires égyptiens de la V^{e} dynastie (2500-2350) qui présentent ce type d'aménagement[856]. Il s'agit cependant d'un contexte tout à fait différent et le rapprochement est audacieux. Dans le cas des gréements méditerranéens, on peut seulement citer des structures de mâts originaux représentées sur certaines fibules de Thèbes datées du VII^{e} s. av. J.-C. Sur ces navires, la base du mât est en effet solidaire d'une sorte de chevalet dont les deux jambes se prolongent, de même que la base du mât, jusqu'au fond de la

[850] Mesure effectuée directement sur le plan de la fig. 102b dont l'échelle donnée est de 1/30^{è}.
[851] Mesure faite sur le plan.
[852] Pour la question des pompes de cale et leur localisation sur les navires antiques, cf. **Carre, Jezegou 1984**.
[853] **Pomey 1988** ; **1998 a**.
[854] **Brusić, Domjan 1985**, p. 77.
[855] **Brusić, Domjan 1985**, p. 81.
[856] Pour les représentations, cf. **Casson 1994**, fig. 17, p. 22.

coque[857]. Dans le cas du bateau de Nin, un tel gréement a peut-être été utilisé comme mode de propulsion, comme le supposent Z. Brusić et M. Domjan, mais la photographie, qui est le seul document nous présentant ces pièces, nous montrent cependant des éléments qui paraissent bien minces pour être des massifs d'emplanture. Les cavités que présentent ces deux pièces pourraient aussi bien être des mortaises pour le logement d'épontilles que pour les montants d'une caisse d'étambrai. Aussi, en l'absence de données complémentaires et notamment de mesures, la discussion, quant à l'interprétation de ces deux pièces, reste ouverte.

3. Gréement

Bien qu'aucun massif d'emplanture n'ait été retrouvé sur les épaves, des poulies, des cabillots ainsi qu'un cap de mouton, découverts en association avec les deux épaves, montrent que les navires de Nin étaient propulsés au moyen d'une voile[858].

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction des navires de Nin

Le type architectural des navires de Nin se caractérise par une charpente axiale constituée, dans sa partie centrale, d'une quille dont les joues ne sont ni rablurées ni chanfreinées et qui reçoivent donc directement les cans biseautés des galbords, déterminant ainsi des fonds de carènes légèrement anguleux. L'ensemble du bordé, de même que l'ensemble quille-galbord, est assemblé au moyen de tresses végétales passées de manière continue et longitudinale, sans croisement, au travers de canaux percés de part en part sur les bords des virures, et de manière oblique sur les bords de la quille. Les ligatures sont bloquées dans leur passage par des petites chevilles qui assurent de surcroît l'étanchéité du système, renforcée également par la présence d'un rouleau d'étanchéité placé sur les joints de virure, avant l'assemblage par ligatures. Le système de membrure est vraisemblablement constitué d'une succession de varangues continues, disposées selon un large écartement de 40 à 50 cm, à l'exception de l'endroit présumé d'une pompe de cale où l'écartement est double. Les varangues, de section rectangulaire, sont entaillées sur leur face inférieure d'évidements de forme rhomboïdale pour le passage des ligatures du bordé et sont fixées à la coque au moyen de gournables, à raison d'une gournable par virure ainsi qu'au niveau de la quille. Ce système, dans lequel le bordé est parfaitement lié dans toutes ses parties et où la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, relève d'un principe de construction « sur bordé »[859]. Le fait que les varangues soient également fixées à la quille ne remet pas en cause ce principe et montre

[857] **Basch 1987**, p. 194.
[858] **Brusić, Domjan 1985**, p. 81.
[859] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

simplement le soucis des constructeurs de renforcer la structure, sans doute à mettre en relation avec le système d'assemblage particulier du bordé au moyen de ligatures. Les méthodes de construction, bien que les phases de construction n'aient pas été étudiées en détail, semblent également être « sur bordé ».

F. Type des navires de Nin, espace de navigation et origine

Les épaves de Nin, avec une quille et des fonds de carène légèrement anguleux, correspondent à des navires de mer propulsés au moyen d'une voile. La faiblesse de leurs échantillonnages montre cependant qu'il s'agissait de petits navires sans doute destinés à effectuer une navigation de cabotage le long de la côte dalmate caractérisée par une côte rocheuse très découpée devant laquelle s'étend toute une succession d'îles formant de vastes archipels[860]. Leur datation, que l'on situe vers le milieu du I^er^ s. apr. J.-C., correspond par ailleurs à la période d'activité la plus intense du port romain d'*Aenona* et nous laisse imaginer que ces navires devaient participer activement au commerce maritime de cette zone. Leur lieu de construction n'a pas été déterminé[861], mais dans la mesure où ces navires effectuaient une navigation de cabotage dans un espace maritime particulier et pratiquement fermé en même temps qu'ils s'inscrivent dans un commerce régional, il est légitime de penser qu'ils sont originaires de Dalmatie.

G. Conclusion

Les épaves de Nin témoignent ainsi de la densité du trafic maritime de la côte orientale de l'Adriatique à l'époque romaine en même temps que de l'importance du port d'*Aenona*. Datées par ailleurs du I^er^ s. apr. J.-C., ces épaves témoignent également de la persistance de l'ancienne tradition des Liburniens, rapportée par Verrius Flaccus, d'assembler leurs bateaux au moyen de ligatures (cf. *supra* les sources écrites, p. 75). Avec les épaves de Comacchio et de Ljubljana, ainsi que des autres découvertes effectuées dans la zone nord-occidentale de l'Adriatique (cf. les fragments de bateaux cousus découverts sur le Lido et dans la lagune nord de Venise, les épaves d'Aquilée et de Padoue, l'épave du Stella ainsi que les épaves *Corte Cavanella 1* et *2*), les épaves de Nin confirment donc la survivance de l'assemblage par ligatures dans un espace maritime situé en retrait du bassin méditerranéen.

[860] **Wilkes 1969**.
[861] Les essences utilisées pour la construction des navires n'ont pas fait l'objet d'analyses.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale des épaves de Nin :

BRUSIĆ Z.

1968, Istrazivanje anticke luke kod Nina, *Diadora*, 4, Zadar, p. 203-210 (résumé en italien : Le ricerche nel antico porto presso Nin, *ibid*, p. 210).

1969, Rezultat podvodnih istrazivanja u Ninu, *Pomorska biblioteka*, 22, Beograd.Rt kremenjaca, zaton kod Nina-pomorska istrazivanja ostataka anticke luke stare Enone, *Arheoloski pregled*, 21, Beograd.

BRUSIĆ Z. et DOMJAN M.

1985, Liburnian boats - Their construction and form, dans *Sewn Plank Boats*, p. 67-85.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 289.

XXXVIII. L'épave de la Baie de l'Amitié (France, seconde moitié du I^er s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave de la Baie de l'Amitié se situe sur le littoral de la commune d'Agde (Hérault), entre le Cap d'Agde et Rochelongue (fig. 38), à une profondeur de 3 m. Elle a été découverte en 1982 par Didier Fonquerle (Musée municipal d'Agde) et se signalait alors par l'alignement de cols d'amphores Dressel 20 qui émergeaient de la surface du sable[862].

B. Sondage et fouille de l'épave

Signalée au DRASSM en 1984, l'épave a fait l'objet d'un premier sondage la même année par l'inventeur, avant d'être fouillée, en 1985 et 1986, toujours sous la direction de D. Fonquerle, en collaboration avec le Groupe de Recherche Archéologique Subaquatique et de Plongées d'Agde[863]. Malgré ces opérations, l'épave a été abondamment pillée.

Redécouverte en 1997 par M. Souques, l'épave a fait l'objet d'une expertise en 1998 par M.-P. Jézégou (DRASSM)[864].

Elle a ensuite fait l'objet d'une nouvelle fouille en 2002 dirigée par S. Wicha (Université de Provence/IMEP-CCJ)[865].

C. Matériel mis au jour et datation[866]

La fouille conduite par D. Fonquerle a livré essentiellement des amphores de type Dressel 20 dont une anse estampillée qui permet de situer le lieu de production de ces amphores au nord de la vallée du Guadalquivir. Au moins une amphore de type Pascual 1 et une autre de type Dressel 7/11 complétaient ce chargement. Par ailleurs, à trois mètres des amphores, sous 8 cm de sable, un fret de 98 lingots de plomb a été découvert. Ces lingots, qui ne présentent ni estampille ni cartouche, ont un poids qui varie de 5 à 43 kg pour un tonnage global de 2,8 tonnes.

Enfin, un lot important de céramiques communes, de sigillées sud-gauloises et d'arétines ainsi qu'un balsamaire ont été mis au jour. Onze *graffiti* différents marquaient les céramiques communes ou les sigillées signalant sans doute leur appartenance aux membres de l'équipage

[862] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 5.
[863] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 5.
[864] **Jézégou 2003**.
[865] **Wicha 2001** ; **2002 a**.
[866] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 5.

et indiquant ainsi que ce lot de céramique faisait partie du matériel de bord plutôt que d'un complément de cargaison.

Sur la base des études typologiques et épigraphiques du matériel archéologique, l'épave *Baie de l'Amitié* a été datée de la seconde moitié du I^er^ s. apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Lors de la fouille de l'épave par D. Fonquerle, les vestiges de coque étaient conservés sur une longueur de 9 m et une largeur de 4,50 m et correspondaient aux vestiges de la quille et d'une carlingue, une partie du bordé, une trentaine de membrures en place ainsi que quelques vaigres. Lors de la réouverture du site par S. Wicha, près de vingt ans plus tard, l'épave s'étendait sur une longueur de 7,75 m et une largeur de 3,20 m et comprenait la quille prolongée par la pièce d'étrave, quatorze virures et vingt-deux membrures (fig. 103a). L'objectif de cette nouvelle fouille était de mener conjointement une étude architecturale et une étude paléobotanique.

D. Fonquerle n'a pas publié les résultats de sa fouille mais une notice a été publiée sous la direction de P. Pomey dans un numéro de *Gallia Informations*[867]. La réouverture de l'épave en 1998 et 2002 a donné lieu à la publication de deux notices dans les bilans scientifiques du DRASSM[868]. Les résultats de l'étude architecturale de cette épave n'ont donc pas été véritablement publiés et font actuellement l'objet d'une étude dans le cadre du doctorat de S. Wicha[869].

2. Présentation architecturale

La quille, débitée dans une bille de chêne caducifolié[870], présente une section rectangulaire plate de 20 cm de large, en moyenne, et 6 cm d'épaisseur. Elle est prolongée, sur son extrémité avant par l'étrave, débitée dans de l'érable sycomore, ou faux platane, et qui présente une largeur de 25 cm pour une épaisseur de 8,30 cm. L'assemblage entre les deux pièces est réalisé au moyen d'un écart simple, sans découpe particulière : il s'agit en réalité, comme sur les épaves phéniciennes de Mazarron (cf. *supra*, p. 138 et 141), d'un assemblage bout à bout au moyen d'un unique tenon taillé dans la masse de l'extrémité de la pièce

[867] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 5.
[868] **Jézégou 2003** ; **Wicha 2002 a**.
[869] **Wicha 2001**, laquelle m'autorise, dans le cadre de ma thèse, à utiliser les données brutes de son étude architecturale consignées dans son rapport de fouille ; qu'elle en soit ici remerciée.
[870] Les analyses pour la détermination des essences utilisées pour la construction du navire ont été réalisées directement par S. Wicha (Univ. de Provence/IMEP-CCJ).

d'étrave. Aucune pièce de blocage, cheville ou clou, ne vient apparemment verrouiller cet assemblage élémentaire et vraisemblablement sans aucune efficacité. S. Wicha suppose, par conséquent, que les pièces étaient maintenues ensemble au moyen d'un renfort de quille. Selon elle, les indices de l'existence de cette pièce, aujourd'hui disparu, sont la présence, au niveau de l'écart, d'un trou probable de cheville, ainsi que l'existence de huit clous situés sur l'étrave, sans rôle apparemment structural[871].

Les galbords, également débités dans du chêne caducifolié, présentent une largeur de 25 à 21 cm qui se réduit vers l'extrémité avant pour atteindre une largeur de 10 cm ; leur épaisseur, de 6 cm, est équivalente à celle de la quille. L'ensemble quille-galbord est assemblé solidement, au moyen de tenons et mortaises chevillés disposés en quinconce avec un renforcement de l'ensemble par un clouage pratiqué sur la face latérale extérieure, selon un plan oblique. Un tel assemblage pour des pièces d'une épaisseur similaire contribue ainsi à constituer une charpente axiale robuste, à laquelle participent directement les galbords.

Les virures de bordé, en chêne caducifolié, présentent ensuite une largeur variant de 14 à 24 cm pour une épaisseur moyenne de 4 cm. L'ensemble du bordé est assemblé au moyen de tenons et mortaises (l. moyn : 6 × ép. : 0,7-0,8 × prof. : 4-5 cm) chevillés selon un écartement, entre les mortaises, de 16 cm en moyenne.

Le système de membrure du navire se compose d'une alternance de varangues et de demi-couples, à l'exception de l'emplacement présumé du massif d'emplanture où l'alternance s'interrompt pour laisser la place à une série de cinq varangues continues (de M9 à M13). La maille est de l'ordre de 20 cm. Les membrures, débitées dans du chêne caducifolié, de l'orme, du platane oriental, du frêne, du hêtre, du noyer et du pin d'Alep, présentent une largeur moyenne de 10 cm de large pour une hauteur variant de 17 à 23 cm.

Les membrures sont assemblées au bordé au moyen d'une alternance, au niveau de chaque virure, d'une gournable simple enfoncée à partir de l'extérieur et d'une paire de gournables, toutes en sapin. Les gournables, disposées par paires, ont en réalité pour fonction de bloquer une ligature assurant de manière effective l'assemblage de la membrure au bordé. Il s'agit d'une tresse végétale[872] passée en boucle dans un couple d'évidements cylindriques percés dans la hauteur des membrures et des bordés correspondant et reliés, sur le dos de la membrure et la face extérieure du bordé, par une gorge destinée à protéger la ligature (fig. 103b). Une fois la ligature en place, les gournables, insérées selon M.-P. Jézégou à partir de l'extérieur de la coque[873], venaient bloquer la ligature dans son passage et assuraient ainsi l'étanchéité du système. L'étanchéité était également renforcée par l'obturation des gorges avec de la poix. Seules les varangues n°1 et 3, situées de part et d'autre de l'écart quille-

[871] **Wicha 2001**, p. 7.
[872] L'analyse du matériau végétal, prélevé par S. Wicha, est en cours.
[873] **Jézégou 2003**, p. 28.

étrave, étaient en plus assemblées à la quille au moyen d'une broche en cuivre, montrant ainsi la volonté des constructeurs de renforcer cet assemblage au demeurant élémentaire.

Les vestiges de la carlingue, mis au jour lors des premières fouilles – à moins qu'il ne s'agisse du massif d'emplanture – montrent une pièce de 26 à 37 cm de large pour une hauteur de 20 cm. La pièce d'emplanture, ni même la carlingue, n'a en effet été retrouvée en place lors de la réouverture du site en 1998, mais son implantation est indiquée par la présence de feuillures sur le dos des membrures M3 à M13 ainsi que par l'interruption dans le rythme de la membrure pour laisser la place à une succession de cinq varangues (membrures M9 à M13). S. Wicha estime la longueur de ce massif à près de 2,50 m de long.

Le plancher de cale était constitué de vaigres de 23 cm de large pour une épaisseur de 5 cm ainsi que de quelques payols. Aucune serre n'a été signalée. Au niveau de l'emplacement des payols, des brins de paille, sans doute utilisés pour le calage de la cargaison, ont été identifiés ainsi que plusieurs fonds de petits cageots en fibre végétale.

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire *Baie de l'Amitié*

Le type architectural du navire *Baie de l'Amitié* se définit par une charpente axiale constituée d'une "quille-planche" renforcée latéralement par des galbords de même épaisseur – participant ainsi directement à la charpente axiale – et prolongée sur son extrémité avant par la pièce d'étrave au moyen d'un écart simple, sans doute consolidé par un renfort de quille externe. Autour de cette charpente axiale singulière est monté un bordé entièrement assemblé à franc-bord au moyen de tenons et mortaises chevillés. À l'exception de l'emplacement présumé du massif d'emplanture où se succède une série de cinq varangues continues, la membrure est composée d'une alternance de varangues et de demi-couples assemblés au bordé au moyen de ligatures internes bloquées par des chevilles en alternance avec des gournables simples ; les deux varangues encadrant l'écart quille-étrave sont en plus fixées à la quille au moyen d'une broche. Le massif d'emplanture – voire une carlingue – venait renforcer longitudinalement la coque. Ce système, dans le lequel le bordé assemblé dans toutes ses parties joue le rôle de structure portante et dominante de la coque auquel est associée une membrure qui ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire, relève d'un principe de construction « sur bordé »[874]. Les deux varangues brochées à la quille ne remettent pas en cause ce principe et montrent simplement une volonté des constructeurs de

[874] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

renforcer la coque au niveau de l'écart simple qui lie la quille à l'étrave[875]. Les méthodes de construction semblent également être « sur bordé ».

F. Type du navire *Baie de l'Amitié*, espace de navigation et origine

La "quille-planche" assemblée aux galbords, sur un même plan horizontal, ainsi que la courbure des varangues déterminent un navire à fond plat dont S. Wicha estime la longueur à près de 20 m[876]. Ce type architectural particulier pose la question de l'espace de navigation dans lequel évoluait ce navire, propulsé au moyen d'une voile. Au moment de son naufrage, celui-ci transportait une cargaison homogène en provenance de Bétique significative, selon les auteurs de la DRASM, du « commerce maritime côtier d'origine ibérique au Haut Empire[877] ». Pour autant, cela signifie-t-il que le navire ait chargé sa cargaison dans le sud de l'Espagne, longé les côtes de Tarraconaise et celles du Languedoc avant de venir s'échouer à l'entrée de la cité d'Agde pour laquelle l'emplacement d'un port, ou tout du moins d'un débarcadère, y est présumé dès l'installation des Grecs[878] ? Le système architectural du navire *Baie de l'Amitié* montre en effet une embarcation adaptée préférentiellement à une navigation de type endolagunaire et fluviale ainsi que probablement maritime côtière, le long de « côtes concaves » caractérisées par des bas-fonds sableux que longent un littoral plat et auxquelles sont associés des vents relativement réguliers. Or, la côte méditerranéenne espagnole, à l'exception de la région de Valence, se caractérise essentiellement par une succession de « côtes convexes »[879], bordées de hauts-fonds et auxquels sont associés des vents plus irréguliers. De plus, bien que l'Espagne soit arrosée par un certain nombre de fleuves qui se jettent en Méditerranée, très peu – à l'exception vraisemblable de la partie inférieure de l'Èbre – sont navigables, même pour des petits navires[880]. L'hypothèse d'un chargement du navire *Baie de l'Amitié* dans le port de Narbonne, grand port de redistribution – notamment des produits ibériques – est alors à envisager. Si l'on considère en effet que le navire a effectué son chargement à Narbonne avant de venir faire naufrage devant Agde, le littoral languedocien, caractérisé par une mer peu profonde liée à une côte sableuse et plate bordée d'étangs et de voies de navigations intérieures[881], correspondrait alors mieux à l'espace de navigation envisagé pour ce navire à "quille-planche" et fond plat. Suivant ce raisonnement, il serait alors probable qu'une telle embarcation, circonscrite dans un espace de navigation

[875] Pour cette question des varangues brochées, cf. **Pomey 2002 e**.
[876] **Wicha 2003**, p. 72.
[877] **Pomey, Long *et al.* 1988**, p. 5.
[878] **Ugolini 2001**.
[879] Pour les notions de « côtes concaves » et « côtes convexes », cf. **Beaudouin 1975**, p. 3.
[880] Pour les caractéristiques de la côte méditerranéenne espagnoles et des possibilités de navigation sur l'Èbre, cf. les ***Instructions Nautiques sur les côtes sud et est de l'Espagne…* 1901**, p. 71 et p. 184-207 ; **Deffontaines 1975**, p. 5-12.
[881] Pour les caractéristiques de cet espace de navigation particulier, cf. **Pradalié (dir.) à paraître**.

particulier, ait été construite dans un chantier de la région dans lequel s'inscrit cet espace. Et bien que S. Wicha relève la présence de platane oriental dans la construction du navire, celui-ci n'a été employé que pour la réalisation de quatre éléments de membrure (fig. 103a) et l'essentiel du bateau a été construit en orme, en hêtre et en frêne, espèces que l'on trouve dans la forêt du Languedoc[882].

G. Conclusion

Le navire *Baie de l'Amitié*, de par son système architectural, lié vraisemblablement à un espace de navigation particulier, semble ainsi très proche du navire *Cap del Vol*, découvert sur la côte Catalane (cf. *supra*, § n°XXX). Par ailleurs, avec les épaves *SM2* et *SM24* (cf. *supra*, § n°XXXIV et XXXVI), c'est la troisième épave qui s'inscrit dans le corpus des bateaux "membrures cousues" non pas comme un petit caboteur d'une dizaine de mètres, comme les autres navires recensés auparavant, mais comme un navire de charge de type fluvio-maritime de grande taille, de l'ordre de 20-25 m de longueur. La question de l'homogénéité de ce groupe de bateaux se trouve ainsi encore une nouvelle fois posée et sera débattue dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave *Baie de l'Amitié* :

JÉZÉGOU M.-P.

2003, Littoral du Languedoc-Roussillon. Carte archéologique. Épave *Les Battuts 2* / *Baie de l'Amitié*, *Bilan Scientifique DRASSM 1998*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 28-29.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 65.

POMEY P.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 597-604.

POMEY P., LONG L., L'HOUR M., BERNARD H. et RICHEZ F

1988, Recherches sous-marines. Hérault. b) Baie de l'Amitié. Épave de la Baie de l'Amitié, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire. 1987-1988*, 1, Éditions du CNRS, Paris, p. 5.

WICHA S.

[882] L'hêtre, le frêne et l'orme sont en effet des espèces caractérisées par « une distribution géographique très large, couvrant l'Europe médio-tempérée et la région méditerranéenne où elles occupent des stations de plaine et notamment des stations de ripisylve qui peuvent être proche de la côte », tels que la forêt du Languedoc (cf. **Guibal, Pomey 1998 c**, p. 431).

2001, La Baie de l'Amitié. Ier s. ap. J.-C.. Cap d'Agde, Hérault (34), *Rapport de fouille programmée*, archives DRASSM, non publié.

2002 a, Hérault. Au large d'Agde. Épave *Baie de l'Amitié*, *Bilan Scientifique DRASSM 2001*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 43-44.

WICHA S., GUIBAL F. et MÉDAIL F.

2003, Archaeobotanical characterisation of three ancient Mediterranean shipwrecks, dans Fouache É. (ed.), *The Mediterranean World Environment and History, Paris, 24-26 avril 2002*, Éditions Elsevier, Paris, p. 233-237.

XXXIX. L'épave du Stella (Italie, première moitié du I^er s. apr. J.-C.)

Dans l'un de ses articles consacrés aux embarcations le long du littoral nord-occidental de l'Adriatique à l'époque romaine, Carlo Beltrame (Univ. de Venise) rapporte que dans le fleuve Stella, près de Palazzolo (Udine, Frioul-Vénétie Julienne) (fig. 38) les restes d'une embarcation en partie "cousue" ont été découverts en 1998[883]. Il s'agissait d'une barque chargée de tuiles, datée de la première moitié du I^er s. apr. J.-C., qui présentait, sur la portion de coque visible, deux types d'assemblage. L'un par tenons et mortaises chevillés pour les parties hautes de la carène et l'autre, par ligatures pour le fond de la structure. Des rouleaux d'étanchéité, disposés sur les joints de virure, étaient par ailleurs encore maintenus en place par des ligatures dont le passage forme une succession de croix (XXXX). Ce même système d'assemblage mixte se retrouve sur l'épave de Comacchio, datée du dernier quart du I^er s. av. J.-C. (cf. *supra*, § XXIX). En plus de témoigner de la survivance de l'assemblage par ligatures à l'époque romaine en Adriatique, cette épave montre donc également, comme pour le navire de Comacchio, que les constructeurs connaissaient et savaient utiliser l'assemblage par tenons et mortaises. Cette utilisation conjointe, selon cette combinaison, pose cependant des questions sur lesquelles nous reviendrons dans la troisième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave du Stella :

BELTRAME C.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 444.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 366-367.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 106.

[883] **Beltrame 2001**, p. 444 ; **2002 a**, p. 366-367 ; **2002 b**, p. 106. Il rapporte en réalité une communication donnée par F. Bressan et S. Vitri au colloque *"Archeologia fluviale in Italia"* à Comegliamo le 17 avril 1999 et non publiée.

XL. Les fragments de bateau "cousu" découverts sur le Lido de Venise (Italie, I^er s. - milieu du II^e s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

C'est sur le Lido de Venise (Vénétie) (fig. 38), au niveau de la plage des Alberoni, proche du port antique de Malamocco considéré comme l'embouchure du fleuve Brenta, qu'ont été récupérés en 1993 et 1994 les fragments dispersés d'éléments provenant d'une embarcation vraisemblablement "cousue"[884].

B. Datation

Aucun matériel archéologique n'a été retrouvé en association avec les vestiges de coque mis au jour et ce sont les analyses réalisées grâce à la méthode du Carbone 14 qui ont donné une datation du bois comprise entre le I^er s. et le milieu du II^e s. apr. J.-C.[885].

C. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les pièces récupérées correspondent à vint-quatre fragments de bordages de taille variable et un de membrure, provenant vraisemblablement de l'extrémité d'une embarcation. Carlo Beltrame (Univ. de Venise) a effectué l'étude minutieuse de l'ensemble de ce matériel et a publié ses données et ses résultats dans un article de fond ainsi que dans deux articles de synthèse consacrés à l'ensemble des découvertes de fragments de bateaux "cousus" mis au jour dans la région nord-occidentale de l'Adriatique[886].

2. Présentation architecturale

Les fragments de bordages, tous en orme, présentent des largeurs variant de 65 cm de largeur maximale au niveau de leur partie centrale à 6,8 cm au niveau de leurs extrémités pour une épaisseur moyenne de 4,5 cm. Seuls deux fragments de virures présentent une épaisseur moyenne de 9 cm et C. Beltrame les interprète comme des virures centrales, formant la

[884] **Beltrame 1996**, p. 31-35 ; **2002 b**, p. 103.
[885] **Beltrame 1996**, p. 42 ; **2002 b**, p. 104.
[886] **Beltrame 1996** ; **2002 a** ; **2002 b**.

charpente axiale de l'embarcation. Toutes ces pièces présentent, le long de leur bord et disposés régulièrement, tous les 9 cm en moyenne, des canaux obliques de 1,6 à 2,8 cm de diamètre aboutissant sur l'angle inférieurs des cans à des évidements de forme trapézoïdale (fig. 104a). Ces canaux étaient destinés, à l'origine, au passage de ligatures végétales pour l'assemblage des bordages entre eux et certains ont conservé en place des petites chevilles en tilleul servant au blocage des ligatures (fig. 104b). Des restes de ligatures ont ainsi été retrouvés en place ; il s'agissait de fibres végétales torsadées entre elles, semblables à celles retrouvées sur l'épave dalmate *Nin 1* (cf. *supra*, § XXXVII). En plus de bloquer les ligatures dans leur passage, les petites chevilles assuraient l'étanchéité du système, également renforcée par l'utilisation de rouleaux de calfatage disposés sur les joints de virures et dont des fragments ont été retrouvés en place ainsi que par une couche de poix répandue sur toute la surface interne du bordé, après la réalisation des assemblages. Le fragment de bordage n°4 présentait par ailleurs vraisemblablement une cheville horizontale encore en place (fig. 104c)[887]. Bien que l'on puisse supposer qu'il s'agissait d'un élément de pré-assemblage pour le montage du bordé, C. Beltrame ne donne pas plus de détail et aucune autre cheville de ce type n'a été repérée sur les autres fragments. Les faces internes des bordages présentent également, en leur centre, des canaux, généralement disposés par paires et traversant leur épaisseur de part en part ; ces derniers étaient destinés à l'assemblage des membrures au moyen de gournables.

L'unique fragment de membrure retrouvé est en chêne caducifolié et présente une largeur maximale de 6,8 cm pour une hauteur maximale de 14,8 cm. Sa face interne est entaillée de deux évidements semi-circulaires destinés au passage des ligatures du bordé ainsi qu'un trou d'anguiller de forme triangulaire. Des évidements cylindriques, destinées à l'insertion des gournables pour son assemblage au bordé ont en outre été enregistrés sur cette pièce.

D. Système architectural et principe de construction

Concernant le système architectural de ce bateau retrouvé en "pièces détachées", C. Beltrame restitue une embarcation à fond plat mais avec deux virures centrales plus épaisses que les autres, jouant le rôle de charpente axiale. Par ailleurs, l'assemblage régulier des bordages entre eux au moyen de ligatures végétales passées au travers de canaux obliques détermine un bordé jouant le rôle de structure portante dominante de la coque auquel est associée une membrure qui lui est fixée au moyen de gournables. Ce système architectural correspond donc à un principe de construction classique « sur bordé »[888].

[887] **Beltrame 1996**, p. 36.
[888] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

E. Type du navire, espace de navigation et origine

Il est difficile d'établir plus clairement le type de ce bateau si ce n'est de répéter qu'il s'agissait vraisemblablement d'une embarcation à fond plat dont la fonction est impossible à établir et pour laquelle les dimensions n'ont pas été évaluées. Son espace de navigation est tout aussi difficile à établir. Son fond plat amène néanmoins à penser qu'elle était adaptée à la navigation de type endolagunaire et fluviale qui caractérise la région de Venise tandis que la présence d'une charpente axiale amène à se demander si cette embarcation n'était pas également destinée à une navigation de type maritime côtière dans le golfe de Venise. Selon C. Beltrame, le bateau aurait en effet pu faire naufrage au moment où il tentait de rejoindre le port de Malamocco qui constituait, à l'époque romaine, une embouchure probable pour le fleuve Brenta, voie d'eau principale pour *Patavium*[889].

Avec des essences locales utilisées pour sa construction, semblables par ailleurs à celles du navire "voisin" de Comacchio (cf. *supra*, § n°XXIX), il est légitime de supposer que cette embarcation est d'origine locale, voire régionale.

F. Conclusion

Les fragments de coque récupérés sur le Lido de Venise, provenant d'une embarcation à fond plat semblable, par ses assemblages par ligatures du bordé, au navire de Comacchio et, par ses assemblages de la membrure par gournables associée à un bordé cousu, aux bateaux de Cervia et de Pomposa, témoignent encore une fois de la survivance de l'assemblage par ligatures en Adriatique à l'époque romaine. Cet ensemble d'épaves et de fragments sera donc analysé selon une perspective technique dans une troisième partie en même temps que les raisons de cette survivance seront approfondies dans une quatrième partie.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave du Lido de Venise :

BELTRAME C.

1996, La *sutilis navis* del Lido di Venezia. Nuova testimonianza dell'antica tecnica cantieristica *a cucitura* nell'alto Adriatico, dans Ciciliot F. (dir.), *Navalia Archeologia e storia*, The International Propeller Club – Port of Savona, Savona, p. 31-53.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e

[889] **Beltrame 2002 b**, p. 103.

zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 355-358.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 103.

XLI. L'épave *Corte Cavanella 1* (Italie, fin du I^er s. - début du II^e s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[890]

Corte Cavanella se situe près de la commune de Loreo, entre Ferrare et Padoue (Vénétie) (fig. 38) et correspond à un établissement romain dont l'installation est datée de la fin du I^er s. av. J.-C. ou des débuts du I^er s. apr. J.-C. Situé dans la zone du delta du Pô, le site présente un système de canaux navigables connectés entre eux par des structures aménagées. Il a ainsi été identifié par certains auteurs comme la *mansio Fossis*, c'est-à-dire une des stations documentées par la Table de Peutinger, correspondant à une voie endolittorale qui, à l'époque impériale, devait prolonger la voie *Popilia* en direction d'*Altinum*. C'est à l'intérieur d'un bassin aménagé à l'époque romaine pour abriter les bateaux, qu'une première épave appelée *Corte Cavanella 1* fut découverte en 1983.

B. Fouille de l'épave[891]

D'après la note de C. Beltrame, l'épave, fouillée par des non-spécialistes, a été peu documentée avant d'être recouverte[892].

C. Matériel mis au jour et datation[893]

La céramique, retrouvée en quantité sur la coque – notamment des amphores de type Forlimpopoli – a permis de dater l'embarcation entre la fin du I^er s. et le début du II^e s. apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les vestiges de coque ont été conservés en deux parties sur une longueur de 7,45 m et une largeur totale de 1,90 m et correspondaient à sept virures de bordé et au moins huit

[890] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 91 ; **2001**, p. 442 ; **2002 a**, p. 360-361 ; **2002 b**, p. 104-105.
[891] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92.
[892] **Sanesi 1985** ; **1986** ; **1990/1991** ; **Sanesi *et al.* 1986**.
[893] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2002 a**, p. 361 ; **2002 b**, p. 105.

membrures (fig. 105). Aucune étude architecturale n'a été réalisée pour cette épave et les quelques indications qui suivent sont dues à C. Beltrame (Univ. de Venise) qui a eu accès aux rares documents de fouille disponibles[894].

2. Présentation architecturale

À partir de ces documents, C. Beltrame a pu reconnaître une embarcation à fond plat, privée de quille, et des flancs formant un angle obtus avec le fond. L'ensemble du bordé est vraisemblablement assemblé au moyen de ligatures mais aucun détail n'est donné concernant la technique d'assemblage mise en œuvre (type de canaux percé pour le passage de la ligature *etc*.…). Aucune indication n'est non plus donnée sur l'assemblage de la membrure. En revanche, la maille enregistrée varie de 60 à 100 cm, soit une maille très large.

E. Système architectural et principe de construction du navire *Corte Cavanella 1*

Malgré le manque de données concernant cette embarcation, nous savons néanmoins que son système architectural était défini par un fond plat, privé de quille, relevant probablement d'une construction sur sole[895]. Bien que ce type de construction soit, le plus souvent, caractéristique des embarcations à fond plat de type "romano-celtique", l'embarcation *Corte Cavanella 1* renvoie clairement, avec notamment ses virures assemblées régulièrement entre elles au moyen de ligatures, à un contexte de construction méditerranéenne (cf. voir également *supra* l'épave de Ljubljana, § n°XXII).

F. Type du navire *Corte Cavanella 1*, espace de navigation et origine

Le type de ce bateau semble correspondre à une barque à fond plat, de forme fuselée et avec un angle, entre le fond plat et les flancs, assez ouvert. Sa fonction et ses dimensions sont en revanche impossible à déterminer. Concernant son espace de navigation, son fond plat laisse supposer, comme pour l'épave du Lido de Venise (cf. § précédent), que ce bateau était adapté à une navigation de type endolagunaire et fluviale dans la région du delta du Pô, caractérisée notamment dans la zone de Corte Cavanella par le système hydrographique de canaux mis en place par les Romains et décrit brièvement en introduction de cette épave.

Concernant son origine, il est probable que cette embarcation, s'inscrivant dans un espace de navigation limité et particulier, corresponde à une construction locale, voire régionale.

[894] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2002 a**, p. 360-361 ; **2002 b**, p. 105.
[895] **Arnold 1992 b**, p. 73.

G. Conclusion

Bien que peu documentée, cette épave témoigne une nouvelle fois de la survivance de l'assemblage par ligatures à l'époque romaine en Adriatique, et plus particulièrement dans la région du delta du Pô. Une autre épave, découverte également à Corte Cavanella, vient aussi alimenter ce corpus d'épaves de bateaux "cousus" découvertes dans cette région.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave *Corte Cavanella 1* :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 146.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.), *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 91-92.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 442.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 360-361.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 104-105.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 154-155.

SANESI L.

1985, L'insediamento romano di Corte Cavanella (Loreo). Rapporto preliminare, *QuadAVen*, 1, p. 11-23.

1986, L'insediamento romano di Corte Cavanella di Loreo, dans De Min M. et Peretto R. (dir.), *L'antico Polesine. Testimonianze archeologiche e paleoambientali*, Cat. Mostra, Padoue, p. 237-257.

1990/1991, Il Polesine in età romana in base ai recenti scavi condotti ad Adria, Corte Cavanella di Loreo e Runzi, *Padusa*, 26-27, p. 291-295.

SANESI L., BONOMI S. et TONIOLO A.

1986, L'insediamento romano di Corte Cavanella di Loreo, *QuadAVen*, 2, p. 25-30.

XLII. L'épave *Corte Cavanella 2* (Italie, début du II^e^ s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[896]

C'est dans le secteur nord-est du site romain de Corte Cavanella, situé entre Ferrare et Padoue (Vénétie) (fig. 38) qu'a été découverte, en 1985, une seconde épave appelée *Corte Cavanella 2* (cf. § précédent). Mise au jour entre un quai et un petit canal du réseau hydrographique mis en place par les Romains, cette embarcation avait été réutilisée comme appontement après avoir été partiellement démontée (fig. 106a).

B. Fouille de l'épave[897]

Comme la première épave, l'épave 2 de Corte Cavanella a vraisemblablement aussi été fouillée par des non-spécialistes et a été peu documentée[898]. Mais contrairement à la première épave, celle-ci a été prélevée pour être déposée au *Museo Archeologico Nazionale* d'Adria.

C. Matériel mis au jour et datation[899]

Sur la base d'une pièce de monnaie à l'effigie de Nerva découverte sous l'épave ainsi que sur la datation du quai, donnant un *terminus post quem* pour la déposition de l'embarcation à la fin du I^er^ s. apr. J.-C., celle-ci est datée des débuts du II^e^ s. apr. J.-C.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les vestiges de coque ont été conservés sur une longueur de 4,13 m et une largeur de 0,85 m correspondant à trois virures de fond et trois membrure-varangues encore en place. Les virures de flanc sont manquantes et une extrémité semble avoir été sciée (fig. 106b). Comme pour l'épave *Corte Cavanella 1*, celle-ci n'a pas fait non plus l'objet d'une étude architecturale et les données présentées sont dues à C. Beltrame (Univ. de Venise) qui a eu

[896] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2001**, p. 442 ; **2002 a**, p. 361 ; **2002 b**, p. 105.
[897] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2002 a**, p. 361.
[898] **Sanesi *et al.* 1986**.
[899] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2001**, p. 442 ; **2002**, p. 105.

accès aux documents de fouille disponibles ainsi qu'à l'épave, déposée au musée. Cependant, lors de son examen, seule la face externe de la coque était visible[900].

2. Présentation architecturale

L'embarcation ne présente pas de quille, mais un fond plat dont les extrémités se referment grâce à l'amincissement des virures. Sur l'extrémité conservée, une entaille en V laisse supposer un assemblage avec un élément ultérieur, non conservé. Le bordé conservé est composé de trois virures monoxyles en mélèze de 2,8 cm d'épaisseur assemblées entre elles au moyen de ligatures – non conservées – passées au travers de canaux obliques de 0,8-1,5 cm de diamètre percés le long des bords des planches, tous les 6 cm environ. Les ligatures, non conservées, étaient bloquées dans leur passage par des petites chevilles en cyprès qui, en obturant les canaux, assuraient en même temps l'étanchéité du système. De même, un rouleau de tissu ou un rouleau végétal devait sans doute prendre place sur les joints de virure afin d'assurer également l'étanchéité de l'assemblage. De nombreuses réparations, effectuées selon le même système d'assemblage par ligatures, sont également visibles sur les trois virures.

Aucune dimension, ni détail, ne sont donnés pour les membrures mais leur emplacement, qui peut être repéré sur le plan grâce au positionnement des trous destinés à leur fixation au bordé au moyen de gournables, révèle une maille large, d'environ 72,5 cm. Leur assemblage était par ailleurs réalisé au moyen de deux gournables en châtaignier, de 1,7 cm de diamètre environ, par virure.

E. Système architectural, principe et méthodes de construction du navire *Corte Cavanella 2*

Comme l'épave *Corte Cavanella 1*, l'épave *Corte Cavanella 2* présente un système architectural qui se définit par un fond plat, sans quille ni charpente axiale. L'extrémité conservée révèle également une embarcation à la forme fuselée avec les virures qui s'amincissent pour effectuer la fermeture. Le fond plat assemblé par ligatures joue le rôle de structure portante et dominante de la coque, tandis que la membrure qui lui est fixée au moyen de gournables ne présente qu'un rôle de structure transversale de renfort secondaire. Ce système architectural, organisé non pas autour d'une charpente axiale, mais autour du fond plat de l'embarcation, relève donc d'un principe de construction sur sole[901]. Bien que ce type de construction soit, le plus souvent, caractéristique des embarcations à fond plat de type

[900] **Beltrame 1996/1997**, p. 139 ; **2000**, p. 92 ; **2001**, p. 442 ; **2002 a**, p. 361-364 ; **2002 b**, p. 105.
[901] **Arnold 1992 b**, p. 73.

"romano-celtique", l'embarcation *Corte Cavanella 2* renvoie clairement, comme l'épave *Corte Cavanella 1*, à un contexte de construction méditerranéenne.

F. Type du navire *Corte Cavanella 2*, espace de navigation et origine

L'épave correspond ainsi à une embarcation à fond plat, de forme fuselée, dont C. Beltrame estime la longueur originelle à au moins 5,50 m[902]. Sa fonction, barque de pêche ou barque de transport, ne peut être déterminée. Concernant son espace de navigation, son fond plat l'inscrit sans aucun doute dans le même espace que l'épave *Corte Cavanella 1*, à savoir le réseau hydrographique de la zone de Corte Cavanella. De la même façon, il s'agit probablement d'une construction locale, ou peut-être régionale.

G. Conclusion

Contemporaines, les épaves 1 et 2 de Corte Cavanella correspondaient sans doute au même type de navire lié à un espace de navigation limité, de type très particulier. C'est peut-être cette spécificité qui explique la raison de la survivance de l'assemblage par ligatures dans la région du delta du Pô dont témoignent autant d'épaves (cf. § n°XXIX, XXXI, XXXII, XXXIX, XL, XLI, XLIV et XLV). C'est notamment ce que nous essaierons d'établir dans une quatrième partie.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave *Corte Cavanella 2* :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 146.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.), *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 92.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di

[902] **Beltrame 1996/1997**, p. 139.

Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 442.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 361-364.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002, (*Tropis VII*), p. 104-105.

SANESI L., BONOMI S. et TONIOLO A.

1986, L'insediamento romano di Corte Cavanella di Loreo, *QuadAVen*, 2, p. 25-30.

XLIII. L'épave de Port la Nautique (France, fin du I^er s. av. J.-C. - aux env. de 70 apr. J.-C. ?)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

L'épave de Port la Nautique se situe sur la commune de Narbonne (Aude) (fig. 38), à l'extrémité du terre-plein du port de la Société Marseillaise de Crédit. Découverte en 1999 au cours d'une campagne de prospection par piquetage, conduite par l'association Anteas, l'épave reposait en partie dans l'eau, et en partie sous le terre-plein[903].

B. Prospection

En 2000, une nouvelle opération de prospection a été réalisée sous la direction de Jean-Marie Falguéra (Association Anteas) et Marie-Pierre Jézégou (DRASSM) ayant pour objectif de localiser les limites de la structure[904].

C. Datation

Aucun mobilier archéologique ni aucun indice de datation n'a été retrouvé en association avec l'épave. Du point de vue historique, le site de la Nautique s'inscrit cependant dans la problématique générale de la localisation des avant-ports de la cité antique de Narbonne et les spécialistes de la question supposent que ce site aurait été un mouillage fréquenté durant une très courte période, des dernières années du I^er s. av. J.-C. jusque vers 70 apr. J.-C.[905]. Cette épave, dont l'appartenance à la période antique ne fait aucun doute (cf. *infra*), pourrait donc s'inscrire dans cette fourchette chronologique.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude[906]

[903] **Falguéra, Jézégou 2002**, p. 42-43.
[904] **Falguéra, Jézégou 2002**, p. 43.
[905] **Falguéra, Jézégou 2002**, p. 43.
[906] **Falguéra, Jézégou 2002**, p. 43.

Au cours de la prospection réalisée en 2000, quatre fragments de bordages sont apparus ainsi que cinq fragments de vaigrage et deux petits fragments de membrure appartenant à la même pièce. L'état de ces pièces était très fragmentaire.

Une notice concernant ces vestiges d'épave a été publiée par J.-M. Falguéra et M.-P. Jézégou dans le bilan scientifique du DRASSM de l'année 2000[907].

2. Présentation architecturale

Les bordages mis au jour ont une épaisseur moyenne de 3,4 cm et présentent un assemblage par languettes chevillées dans des mortaises. Les mortaises, disposées en moyenne tous les 16 cm, ont une largeur de 7,8 cm et une épaisseur de 7 mm. Les languettes encore en place présentent une demi-longueur de 6,3 cm pour une largeur maximum de 6 cm et une épaisseur de 6 mm. Elles sont tenues en place par des petites chevilles tronconiques (diam. max. : 1,25 cm ; min. : 0,9 cm) enfoncées de l'intérieur vers l'extérieur.

Les fragments de membrure présentent une hauteur maximale de 9 cm et une largeur maximale de 8 cm. Elles sont fixées aux bordages au moyen de gournables simples, insérées de l'extérieur vers l'intérieur, en alternance avec des paires de gournables. En réalité, les paires de gournables maintiennent en place une ligature végétale qui réalise de manière effective l'assemblage de la membrure au bordé. Il s'agit d'une tresse constituée de fibres végétales – dont le matériau n'a pas été analysé – passée en boucles au travers d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant. Ces évidements sont reliés, à la fois sur le dos de la membrure et sur la face externe du bordé, par des gorges ayant pour fonction de recueillir la ligature et la protéger ainsi d'une usure prématurée (fig. 107a). Une fois la tresse passée en boucles, celle-ci est bloquée dans son passage par les gournables de blocage qui assurent de surcroît l'étanchéité du système. D'après les observations de M.-P. Jézégou sur une coupe effectuée dans l'épaisseur de l'un des bordages, les chevilles de blocage auraient été enfoncées dans le même sens, à partir de l'extérieur de la coque, vers l'intérieur (fig. 107b). Elle a en outre observé, sur cette même coupe, une « pointe s'insèr[ant] dans un sillon vertical pratiqué sur toute l'épaisseur de la membrure et du bordé ». Il s'agit vraisemblablement d'un clou, enfoncé à partir de l'extérieur, et traversant une partie de la hauteur d'une des chevilles de blocage. L'intervalle entre les chevilles de blocage des ligatures varie de 4,3 à 5 cm et celui entre les points de ligature et la gournable isolée varie de 9,5 à 13,5 cm, correspondant vraisemblablement à la largeur des virures qui n'a pu être mesurée en raison de l'état fragmentaire des pièces.

[907] **Falguéra, Jézégou 2002**.

Les vestiges de membrure présentent, sur leur dos, des traces de clous destinés à l'origine à la fixation d'éléments du plancher de cale. Les éléments de vaigres retrouvés ont une épaisseur de 4 cm.

E. Système architectural et principe de construction du navire de Port la Nautique

En raison de la faiblesse des vestiges mis au jour, il est impossible de définir le système architectural auquel correspondait cette épave. En revanche, l'assemblage des éléments de bordé par tenons et mortaises chevillés, associé à une membrure qui lui est fixée au moyen d'une alternance de gournables simples et de points de ligatures internes bloquées par des chevilles, révèlent à l'évidence un navire construit selon le principe de construction classique mis en œuvre dans l'Antiquité qui est celui « sur bordé »[908].

F. Type du navire de Port la Nautique, espace de navigation et origine

De même, aucune indication ne renseigne le type de navire auquel pouvait correspondre cette épave. L'épaisseur des bordages montre en revanche qu'il devait s'agir d'un navire de moins de 20 m de longueur[909].

L'absence de matériel archéologique, en relation avec l'épave, nous empêche de surcroît d'appréhender la provenance et l'espace de navigation de ce navire. Néanmoins, Port la Nautique s'inscrivant dans la problématique générale de la localisation des avant-ports de la cité romaine de Narbonne, il est possible que ce navire partageait le même espace de navigation que celui du navire *Baie de l'Amitié* (cf. *supra*, § n°XXXVIII), à savoir un espace de navigation fluvio-maritime et lagunaire limité à l'espace maritime côtier du Languedoc-Roussillon, voire de la côte catalane, ainsi qu'aux fleuves et aux nombreux étangs de cette zone sud-ouest de la Gaule Narbonnaise. En l'absence de données supplémentaires, cette hypothèse demeure bien sûr très hasardeuse, mais mérite sans doute d'être prise en compte pour le travail d'analyse qui sera effectué dans la quatrième partie de cette étude.

G. Conclusion

[908] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

[909] Par comparaison avec les autres navires "membrures cousues" dont seuls les navires présentant un bordé d'une épaisseur supérieure à 4 cm ont une longueur minimum estimée à 20 m (cf. les épaves *SM2* et *SM24*, § n°XXXIV et XXXVI).

L'épave de Port la Nautique, dont on ne peut appréhender ni le système, ni le type architectural et encore moins l'origine, s'inscrit néanmoins dans ce groupe de navires découverts en Méditerranée occidentale, datés du III^{e} s. av. au I^{er} s. apr. J.-C., et dont la membrure est fixée par ligatures internes et gournables simples à un bordé qui, lui, est assemblé classiquement par tenons et mortaises chevillés. Cette épave sera donc prise en compte dans ce groupe de navires dans la perspective de l'étude de ce système d'assemblage par ligatures original.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE concernant l'épave de Port la Nautique :

FALGUÉRA J.-M. ET JÉZÉGOU M.-P.
2002, Aude. Narbonne. Port la Nautique. Les vestiges de l'épave, *Bilan Scientifique DRASSM 2000*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 43-44.

XLIV. L'épave de Cervia (Italie, IV^e s., au plus tard VII^e s. apr. J.-C.)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte[910]

Cervia se situe sur la côte occidentale de la mer Adriatique, à environ 15 km au sud de Ravenne (Émilie Romagne) (fig. 38). La côte, dans cette région, présente des cordons de sable retenant les lagunes et n'est, au demeurant, pas très hospitalière. La faune abondante des marais, les possibilités de navigation abritée et de refuge en période de dangers ainsi que les potentiels d'échanges commerciaux avec l'extérieur ont cependant très tôt attiré les hommes. Les Romains y ont ainsi établi des villes qui ont connu un rayonnement extraordinaire telle que Ravenne. Ils ont également construit des canaux artificiels pour assurer la liaison entre les eaux intérieures et la mer Adriatique. La *Fossa Augusta*, aménagée sous Auguste et reliant Paviero à Ravenne, là où le Pô s'appelle *Padusa*, constitue ainsi l'une des embouchures du Pô décrite par Pline[911]. C'est dans la localité proche de Cervia, à Bassona, au sud de ce canal artificiel (qui a disparu en 1740), que furent découverts les vestiges d'une embarcation. L'épave fut mise au jour en 1956, lors de travaux d'exploitation d'une carrière de sable et de galets. Le lieu de la découverte, à quelques kilomètres de la côte, se situe exactement au niveau de la ligne du rivage antique[912], suggérant ainsi que le bateau s'est peut-être échoué sur l'un des cordons littoraux de la côte, à moins qu'il n'ait été abandonné volontairement sur le rivage pour cause de vétusté.

B. Opération de sauvetage et prélèvement de l'épave[913]

Une opération de sauvetage, mise en place au moment de la découverte des vestiges, a permis de récupérer les restes de l'épave. Celle-ci reposait sous une strate de 6 m d'épaisseur composée de galets alluvionnaires et de sable. Les vestiges de la coque se trouvaient dans un état très fragmentaire, fortement endommagés par les opérations de dragage. Les restes de l'embarcation ont donc été prélevés et emmenés au musée *Civico* de Bologne pour y être restaurés et étudiés. Mais aucune mesure pour la conservation et le traitement des bois n'a été effectuée et les bois ont été transportés dans les dépôts de la Surintendance Archéologique de Ravenne, où ils sont toujours conservés, afin d'y être étudiés.

[910] **Bonino 1971**, p. 316.
[911] Les renseignements géographiques et archéologiques concernant la région de Ravenne et de Cervia sont tirés de **Chevallier 1980**, p. 131-136 et p. 77-96.
[912] **Beltrame 1996/1997**, p. 138.
[913] **Bonino 1971**, p. 316.

C. Matériel mis au jour et datation

La datation de l'épave de Cervia n'a pas été déterminée avec certitude. D'après les fragments d'amphores retrouvés à proximité de l'épave, l'embarcation pourrait être datée, selon M. Bonino, des IV^e^-VI^e^ s. apr. J.-C.[914]. Mais pour M. G. Maioli, le matériel retrouvé en association avec l'épave indique une chronologie plus tardive, de l'époque byzantine voire du haut Moyen Âge, peut-être du VII^e^ s. comme le suggère l'ancre en fer appartenant probablement au bateau de Cervia, semblable à l'ancre de l'épave byzantine de Yassi Ada, datée du VII^e^ s.[915].

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Les vestiges de la coque, très fragmentés, correspondaient à sept fragments de bordé et cinq fragments de membrures[916]. Les bordages étaient détériorés par l'action des tarets et l'ensemble des pièces avait en outre fortement souffert lors de leur mise au jour. De plus, après leur prélèvement, les bois n'ont pas été traités et se sont desséchés et craquelés, faisant ainsi ressortir les chevilles d'assemblage de leur logement.

Les vestiges du navire ont été étudiés et en partie dessinés par Marco Bonino (Ravenne) qui a publié ses résultats dans trois articles[917]. Dernièrement, Carlo Beltrame (Univ. de Venise) a eu accès au matériel et en a repris l'étude. Il a publié ses données nouvelles dans divers articles[918].

2. Présentation architecturale

Les planches de bordé conservées présentent une longueur de 50 à 82 cm pour une épaisseur variant de 3 à 4,3 cm ; elles ont toutes été débitées dans de l'orme. Elles présentent, sur leur face supérieure, à environ 1,5 cm des bords, des canaux obliques percés tous les 5 à 9 cm et qui aboutissent sur les cans à des évidements de forme globalement trapézoïdale. M. Bonino avait noté, lors de ses observations, la présence dans ces canaux de petites chevilles de 2 cm de diamètre enfoncées en biais, selon une inclinaison de 45°. Aucune trace de ligature n'a été conservée mais il semble évident que ce type d'aménagement correspondait à un assemblage des bordages entre eux par ligatures. Comme c'est le cas pour la plupart des

[914] **Bonino 1985**, p. 93.
[915] **Maioli 1986**, p. 14-15.
[916] **Beltrame 1996/1997**, p. 138 ; **2002 b**, p. 104.
[917] **Bonino 1968** ; **1971** ; **1985**.
[918] **Beltrame 1996/1997**, p. 138 ; **2000**, p. 91 ; **2001**, p. 441 ; **2002 a**, p. 359 ; **2002 b**, p. 104.

bateaux "cousus" présentés dans ce corpus, les bordages devaient être assemblés au moyen de liens végétaux passant au travers des canaux pratiqués sur le bord des planches et bloqués ensuite par des petites chevilles de bois. Un tissu roulé ou bourré de végétaux, également non conservé, devait être placé au-dessus des joints des virures et enserré par les ligatures afin d'assurer l'étanchéité du système. Les extrémités des bordages, assemblées par des écarts en biseau, étaient liées par le même système de ligatures renforcé en plus par des clous en fer horizontaux. Les fragments de bordages conservés présentent encore des traces de poix dont la coque était enduite afin d'assurer une étanchéité maximale du navire.

D'après la proposition de restitution de la structure de l'embarcation (identique à celle de Pomposa, qui fera l'objet de la présentation suivante)[919] (fig. 108a), le système de membrure serait constitué, comme sur l'épave de Comacchio (cf. *supra*, p. 306), de varangues plates situées dans les fonds et de couples de revers intercalés entre les membrures et situés à hauteur des murailles. Les vestiges de la coque ne nous permettent pas, en revanche, de savoir quelle était la maille de la membrure.

Les varangues conservées ont une longueur variant de 44 à 82 cm et présentent une section rectangulaire avec une hauteur de 8,5 à 12 cm et une largeur de 6 à 9 cm (fig. 108b). Leur face inférieure, de même que celle des couples de revers, est entaillée d'évidements de forme triangulaire, destinés au passage des assemblages du bordé. Varangues et couples de revers ont tous été débités dans du chêne caducifolié.

L'ensemble de la membrure est fixé au bordé au moyen de gournables de 2 cm de diamètre disposées tous les 5,5 à 12,5 cm (fig. 108b), soit, d'après la restitution de Bonino, de une à deux gournables par virure (fig. 108a).

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire de Cervia

Bien que seuls sept fragments de bordé et cinq fragments de membrures appartenant à la coque aient été mis au jour, M. Bonino restitue[920] (fig. 108c) un bateau à fond plat, sans charpente axiale, constitué d'un bordé entièrement assemblé par un système de ligatures longitudinales passées au travers de canaux obliques percés sur les bords des virures et aboutissant, sur les cans, à des évidements de forme globalement trapézoïdale et tenues en place par des petites chevilles de blocage assurant de surcroît l'étanchéité de l'assemblage.

[919] Dans sa proposition de restitution (fig. 108a), M. Bonino s'est surtout appuyé sur les vestiges de l'épave de Pomposa, plus nombreux, et qui présentent des analogies et des similitudes certaines avec l'épave de Cervia (cf. § suivant).

[920] Cette restitution repose en réalité plus sur l'épave de Pomposa qui correspond vraisemblablement à une embarcation proche de celle de Cervia avec les mêmes caractéristiques architecturales et les mêmes assemblages (cf. § suivant).

L'étanchéité devait par ailleurs être renforcée par un tissu placé sur les joints de virure avant le ligaturage des bordages entre eux. À ce bordé est associée une membrure constituée d'une succession de varangues, entre lesquelles viennent s'intercaler, dans les parties hautes, des couples de revers, et qui lui est fixée au moyen de gournables. Les varangues et les couples de revers sont tous de section rectangulaire et présentent des évidements sur leur face inférieure destinés au passage des ligatures du bordé. Ce système architectural, dans lequel « le fond plat constitue un tout servant de point de référence à la construction », relève donc d'un principe de construction « sur sole »[921]. M. Bonino, qui a étudié et tenté de restituer les phases de construction des embarcations de Cervia et de Pomposa construites, selon lui, de la même manière, propose les étapes suivantes[922]. Dans un premier temps, les bordages de fond auraient été solidement et régulièrement assemblés entre eux à franc-bord au moyen de ligatures. C'est à partir du fond plat que les flancs auraient ensuite été montés avec, aux extrémités, les bordages se rétrécissant et s'amincissant pour se relever selon un angle assez marqué et donner ainsi une forme fuselée aux embarcations. Dans un deuxième temps, la membrure, composée de varangues et de couples de revers alternés, aurait été mise en place, fixée au bordé au moyen de gournables, les couples de revers assurant la liaison et le maintien entre le fond plat et les flancs. Enfin, dans une troisième et dernière étape, des serres latérales, renforçant longitudinalement la carène auraient été mises en place, fixées sur le dos des membrures. Bien que relevant d'une construction sur sole, caractéristique, le plus souvent, des embarcations à fond plat de type "romano-celtique"[923], les bateaux de Cervia et de Pomposa renvoient, avec notamment leur virures assemblées régulièrement et solidement entre elles, à un contexte de construction méditerranéenne (cf. voir également *supra* l'épave de Ljubljana, p. 256-258).

F. Type du navire de Cervia, espace de navigation et origine

Toujours par association avec l'épave de Pomposa (cf. § suivant), M. Bonino restitue une embarcation à fond plat dont il estime les dimensions à environ 12 m pour la longueur et environ 3,50 m pour la largeur[924]. Si ses restitutions sont exactes, on serait alors en présence de grandes barques dont la forme et la structure seraient parfaitement adaptées à la navigation sur les côtes nord-occidentales de la mer Adriatique caractérisées par des fonds marins de faible profondeur et toute une série de marais et de lagunes[925] ainsi qu'à la navigation intérieure. Ce type de bateau, tout comme le caboteur de type fluvio-maritime de Comacchio (cf. *supra*, § n°XXIX), aurait donc pu, grâce à son fond plat, pratiquer aussi bien une

[921] **Arnold 1992 b**, p. 73.
[922] **Bonino 1978**, p. 54.
[923] Cf. **Arnold 1998**.
[924] **Bonino 1978**, p. 40.
[925] **Chevallier 1980**, p. 63-67.

navigation maritime côtière que pénétrer et remonter les rivières de la plaine du Pô en naviguant sur les nombreux cours d'eau et canaux du réseau hydrographique antique de cette région. Le fait que le bateau de Cervia ait pu pratiquer une navigation côtière est confirmé par la découverte d'un plomb de sonde sur l'épave. Cet instrument essentiel de la navigation antique était en effet utilisé à proximité des côtes pour mesurer la profondeur des eaux.

Concernant l'origine de cette barque, le lieu de construction n'a pas été déterminé mais comme pour le navire de Comacchio, qui présente, en plus de s'inscrire dans le même espace de navigation, les mêmes essences de bois utilisées pour la réalisation de ses pièces, il est fort probable qu'il s'agissait d'une embarcation de type régional, voire local, en raison de ses dimensions, construit dans les environs du lieu de sa découverte.

G. Conclusion

Bien que cette épave n'ait pas été datée de façon précise et s'inscrive dans une large fourchette chronologique, elle témoigne à une époque tardive – fin de l'Antiquité - début du haut Moyen Âge – de la survivance de l'assemblage par ligatures dans la région nord-occidentale de l'Adriatique où d'autres épaves attestaient déjà de cette survivance à l'époque romaine (cf. *supra*, § n°XXIX, XXXI, XXXII, XXXIX, XL, XLI et XLII). Les caractéristiques de ce système d'assemblage à la fin de l'Antiquité seront analysées dans une troisième partie, en même temps que les raisons de sa survivance seront abordées dans la quatrième partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Cervia :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 137-146.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.), *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 91.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.), *Strutture Portuali e Rotte Marittime ell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 441.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni

tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 359.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 (*Tropis VII*), p. 104.

BONINO M.

1968, Tecniche costruttive navali insolite nei reperti di Cervia, Pomposa e Pontelagoscuro, dans *Atti del Convegno Internazionale di Studi sulle Antichità di Classe, Ravenna*, *ottobre 1967*, Éditions A. Longo, Ravenne, p. 209-217.

1971, Ricerche sulla nave romana di Cervia, *Actes du IIIème Congrès International d'Archéologie Sous-marine, Barcelone, 1961*, Institut International d'Études Ligures, Bordighera, p. 316-325.

1978, *Archeologia e tradizione navale tra la Romagna e il Po*, Éditions Longo, Ravenne.

1985, Sewn boats in Italy : *sutiles naves* and barche cucite, dans *Sewn Plank Boats*, p. 87-104.

MAIOLI M. G.

1986, Cervia (Ravenna). Relitto bizantino o altomedievale, dans Montanari Bermond G. (dir.), Archeologia Subacquea in Emilia e Romagna. Possibilità e prospettive, p. 1-18, BdA, suppl. au n°37-38, *Archéologia Subacquea*, 3, p. 14-15.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 138.

XLV. L'épave de Pomposa (Italie, XI[e] s. apr. J.-C. ?)

A. Localisation (contexte archéologique) et découverte

Pomposa se situe sur la côte occidentale de l'Adriatique, à proximité de Spina, au nord de la vallée de Comacchio (Émilie Romagne, Italie) (fig. 38). Son littoral, sensiblement identique à celui de Comacchio et de Cervia (cf. *supra*, p. 311 et 381), présente des cordons dunaires et une série de lagunes dont le passage permet d'accéder aux cours d'eau navigables de la plaine du Pô. Dans l'Antiquité romaine, la branche septentrionale du Pô se situait vraisemblablement à hauteur de Pomposa. C'est en effet à ce niveau que Pline localise la bouche Volane (ancienne *Olana*) comme étant l'une des cinq embouchures du Pô. C'est là que s'étendait également la lagune des *Septem Maria* (ou Marais d'Adria) qui aurait été en liaison directe avec la *Fossa Flavia*, canal artificiel aménagé sans doute sous Vespasien et qui assurait la liaison entre la lagune et les voies d'eau intérieures. Dans l'Antiquité, une œuvre hydraulique immense a ainsi été mise en place par les autorités romaines visant à réunir les différentes branches du Pô ainsi que les lagunes par des canaux transversaux. Ces aménagements ont également été accompagnés de travaux de bonification des lagunes. Au haut Moyen Âge, après la crise des invasions, les travaux de bonification et de canalisation ont été repris. L'abbaye bénédictine de Pomposa a notamment travaillé à l'aménagement hydraulique des sols[926]. Tous ces travaux témoignent ainsi de la vivacité de la navigation interne dans la plaine du Pô jusqu'à une période avancée. Les vestiges d'embarcation découverts dans cette zone attestent également de cette activité.

L'embarcation de Pomposa, dont il est question ici, fait partie de ces vestiges mis au jour dans cette région. L'épave a été découverte en 1956, lors de travaux de dragage effectués dans la lagune de Pomposa. Le lieu de la découverte se situe au niveau de l'ancien port de Pomposa, au lieu-dit « Borgo Caprile »[927].

B. Fouille de l'épave[928]

L'épave a fait l'objet la même année d'une fouille systématique, conduite sous la direction de N. Alfieri. À la suite de cette opération, l'épave fut laissée en place et seule une partie des vestiges de la coque, correspondant à une section du fond avec des membrures encore en place, a été prélevée et déposée au Musée National de Ferrare pour y être étudiée[929].

---

[926] Les renseignements hydrographiques et archéologiques concernant la région de Pomposa ont été tirés de **Chevallier, 1980**, p.77-96 et p.140-147.
[927] **Bonino 1968**, p. 210; 1971.
[928] **Bonino 1978**, p. 53-54 ; **Berti 1986 a**, p. 25.
[929] **Bonino 1978**, p. 53-54.

C. Matériel mis au jour et datation[930]

Du matériel médiéval, récupéré à proximité de l'épave dans la zone correspondant au port de Pomposa, a conduit à dater l'embarcation du XI^{e} s. apr. J.-C. Cette datation n'est cependant pas formellement assurée et présente une certaine marge d'incertitude dont il faut tenir compte.

D. État de conservation, étude et présentation architecturale

1. État de conservation de la coque et étude

Conservés sur une longueur de 10 m[931], les vestiges de la coque correspondent au fond d'une embarcation dont il ne reste que quelques fragments de bordé encore unis par des ligatures ainsi que quelques membrures[932].

Les restes de l'embarcation ont été étudiés et publiés par Marco Bonino (Ravenne). Ce dernier s'est appuyé sur les observations données par N. Alfieri dans le compte-rendu de la fouille[933], et il a également eu accès au matériel déposé au Musée National de Ferrare[934]. Carlo Beltrame (Univ. de Venise) a par ailleurs récemment repris les données de M. Bonino pour les remettre en perspective avec les autres découvertes de bateaux "cousus", ou de vestiges de bateaux "cousus", découverts dans la zone-occidentale de l'Adriatique[935].

2. Présentation architecturale

D'après les vestiges conservés, l'épave de Pomposa correspond à une barque à fond plat sans quille, ni étrave ni étambot, dont les extrémités se referment grâce à un rétrécissement des bordages qui s'amincissent et se relèvent selon un angle assez prononcé (fig. 109a et fig. 109b). Les bordages, débités dans du pin et du mélèze, présentent une largeur variable de 21 à 27 cm pour une épaisseur importante, de 5 cm environ (fig. 109b) et sont assemblés entre eux à franc-bord au moyen de ligatures végétales selon le système suivant. Les ligatures sont passées longitudinalement, de manière transversale et diagonale (fig. 109b), dans des canaux obliques percés tous les 8,5 cm sur les bords des virures et aboutissant sur

[930] **Bonino 1968**, p. 210.
[931] **Beltrame 1996/1997**, p. 138.
[932] **Bonino 1968**, p. 210.
[933] Archives du Musée National de Ferrare, rapport de N. Alfieri du 4 mars 1956.
[934] **Bonino 1968** et **1971**; **Beltrame 1996/1997**, p. 138.
[935] **Beltrame 1996/1997**.

l'angle externe des cans (fig. 109c). Des petites chevilles viennent ensuite bloquer la ligature dans ses canaux de passage en même temps qu'elles assurent l'étanchéité du système, également renforcée par la présence d'un rouleau végétal disposé sur les joints de virures avant le ligaturage. Un fragment de ce rouleau d'étanchéité, conservé en place, montre que celui-ci était constitué de paille ou d'étoupe[936]. Dans le but de parfaire l'étanchéité de l'ensemble, l'intérieur du bordé, une fois les assemblages réalisés, était finalement recouvert d'une couche de poix.

Le système de membrure est composé d'une succession de varangues plates disposées tous les 40 cm environ et entre lesquelles viennent s'intercaler, au niveau des murailles de la coque, des couples de revers (fig. 109a). La maille est donc relativement large si l'on considère que, d'après les dessins publiés par M. Bonino, les varangues, de même que les couples de revers – tous débités dans du chêne rouvre – présentent une section quadrangulaire de 8 cm de côté (fig. 109b). Les faces inférieures des membrures sont par ailleurs entaillées d'évidements de forme triangulaire pour permettre le passage des assemblages du bordé (fig. 109a). M. Bonino a cependant observé que l'un des couples de revers, s'il présentait ces évidements au niveau du fond de carène pour le passage des ligatures du bordé, ne présentait pas d'évidement dans sa partie relevée, correspondant au flanc du navire. L'auteur en déduit que le bateau de Pomposa était assemblé par ligatures seulement dans les fonds et que les flancs, à partir du bouchain, étaient assemblés par le système antique des tenons et mortaises chevillés[937]. L'hypothèse de M. Bonino, si l'on considère le navire de Comacchio qui présente un fond de carène entièrement assemblé par ligatures et apparemment tout le haut de la coque assemblé par tenons et mortaises (cf. *supra*, § n°XXIX), paraît tout à fait vraisemblable. Le navire de Comacchio est cependant daté de l'époque augustéenne, période où la technique d'assemblage par tenons et mortaises est habituellement utilisée en Méditerranée, alors que le bateau de Pomposa est daté – avec une marge d'incertitude, rappelons-le – du XI^{e} s., période où la fixation des éléments de charpenterie au moyen de clous a remplacé cette technique classique de l'Antiquité[938]. On peut donc imaginer que les hauts de la carène du navire de Pomposa, s'ils n'étaient pas assemblés par ligatures comme le fond de la coque, pouvaient être assemblés directement à la membrure au moyen de clous. Aucune découverte de clous n'a toutefois été signalée lors de la fouille et M. Bonino n'en fait aucune mention dans ses observations. On restera donc très prudent quant à la formulation d'hypothèses concernant l'assemblage des hauts de la carène du navire de Pomposa, d'autant que l'ensemble de la

[936] **Bonino 1968**, p. 210.
[937] **Bonino 1968**, p. 212.
[938] Au Moyen Âge, une conception de construction nouvelle des navires remplace en effet la conception antique des navires « sur bordé ». Il s'agit d'une conception « sur membrure », ou « sur squelette », dans laquelle le navire ne va plus être pensé et construit à partir du bordé, mais à partir de la membrure, jouant désormais le rôle de structure portante et dominante de la coque. Cette conception nouvelle entraîne ainsi de nouveaux systèmes d'assemblage au détriment de l'assemblage classique par tenons et mortaises, remplacé par les clous qui fixent désormais la membrure à la quille et les virures à la membrure (cf. **Pomey 1994 b** ; **Rieth 1998 b**).

membrure, y compris les parties hautes des couples de revers, ont été assemblés au bordé au moyen de gournables (fig. 109a), signifiant ainsi que nous sommes toujours en présence d'une construction classique dans laquelle le bordé, assemblé dans toutes ses parties, est monté avant la membrure, laquelle ne vient s'insérer dans la coque que dans un deuxième temps (cf. *infra*).

E. Système et type architectural, principe et méthodes de construction du navire de Pomposa

On l'a vu pour l'épave de Cervia (cf. § précedent), M. Bonino restitue pour ces deux embarcations, notamment à partir des vestiges de l'épave de Pomposa, un type de bateau à fond plat, sans charpente axiale, et avec des extrémités se refermant grâce à des bordages, rétrécis et amincis, et relevés selon un angle assez marqué pour lui donner une forme fuselée (fig. 109d). Le bordé est par ailleurs entièrement assemblé par un système de ligatures longitudinales passées transversalement et diagonalement au travers de canaux obliques percés sur les bords des virures aboutissant sur l'angle externe des cans ; les ligatures sont tenues en place par des petites chevilles de blocage assurant de surcroît l'étanchéité de l'assemblage, celle-ci étant également renforcée par la présence d'un rouleau végétal placé sur les joints de virure ainsi que par l'application d'une couche de poix sur l'intérieur du bordé. À ce bordé est associée une membrure constituée d'une succession de varangues, entre lesquelles viennent s'intercaler, dans les parties hautes, des couples de revers, l'ensemble lui étant fixé au moyen de gournables. Les varangues et les couples de revers sont tous de section rectangulaire et présentent des évidements sur leur face inférieure destinés au passage des ligatures du bordé, à l'exception – selon M. Bonino – des parties hautes des couples de revers. Ce système architectural, dans lequel « le fond plat constitue un tout servant de point de référence à la construction », relève donc d'un principe de construction « sur sole »[939] et les étapes de la construction doivent être sensiblement identiques que celles décrites pour le bateau de Cervia (cf. *supra*).

Finalement, bien que relevant d'une construction « sur sole » caractéristique, le plus souvent, des embarcations à fond plat de type "romano-celtique"[940], les bateaux de Cervia et de Pomposa renvoient, avec notamment leur virures assemblées régulièrement et solidement entre elles, à un contexte de construction méditerranéenne (cf. voir également *supra* l'épave de Ljubljana, p. 256-258).

[939] **Arnold 1992 b**, p. 73.
[940] Cf. **Arnold 1998**.

F. Type du navire de Pomposa, espace de navigation et origine

Comme on l'a vu précédemment pour l'épave de Cervia, M. Bonino restitue, pour ces deux embarcations, une grande barque à fond plat de forme fuselée, de 12 m de longueur environ pour une largeur de 3,50 m environ[941]. Il s'agit, par conséquent, d'embarcations parfaitement adaptées à la navigation en eaux intérieures, sur les rivières, canaux, marais et lagunes, mais également à la navigation maritime côtière ; un espace de navigation qui caractérise, en somme, la zone nord-occidentale de l'Adriatique.

Concernant l'origine de cette barque, le lieu de construction n'a pas été déterminé mais comme pour le bateau de Cervia, il est fort probable qu'il s'agissait d'une embarcation de type régional, voire local en raison de ses dimensions, construite dans les environs du lieu de sa découverte.

G. Conclusion

L'épave de Pomposa clôt ainsi le corpus des bateaux "cousus" de Méditerranée représenté par une quarantaine d'épaves ou des fragments de bateaux "cousus". Par ailleurs, elle témoigne, encore une fois en Adriatique, de la survivance de l'assemblage par ligatures ; sa datation tardive – si celle-ci est bien exacte – montre également que cette technique d'assemblage a survécu bien au-delà de l'Antiquité dans cette zone reculée de Méditerranée. Les raisons de cette survivance, à une période aussi avancée, seront discutées dans une quatrième partie, en même temps que seront analysées, dans une troisième partie, les caractéristiques du système et de la technique d'assemblage par ligatures de ce bateau.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude architecturale de l'épave de Pomposa :

BELTRAME C.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 138.

BERTI F.

1986 a, Rinvenimenti di archeologia fluviale ed endolagunare nel delta ferrarese, *Archeologia Subacquea* 3, Bollettino d'Arte, suppl. au n° 37-38, p. 19-38.

BONINO M.

1968, Tecniche costruttive navali insolite nei reperti di Cervia, Pomposa e Pontelagoscuro, dans *Atti del Convegno Internazionale di Studi sulle Antichità di Classe, Ravenna*, *ottobre*

[941] **Bonino 1978**, p. 54.

1967, Éditions A. Longo, Ravenne, p. 209-217.

1971, Ricerche sulla nave romana di Cervia, *Actes du IIIème Congrès International d'Archéologie Sous-marine, Barcelone, 1961*, Institut International d'Études Ligures, Bordighera, p. 316-325.

1978, Archeologia e tradizione navale tra la Romagna e il Po, Éditions Longo, Ravenne.

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford, p. 326-327.

XLVI. Conclusions sur l'apport des sources archéologiques

Aux côtés des sources écrites et iconographiques, peu abondantes mais néanmoins utiles, les sources archéologiques, avec pas moins d'une quarantaine d'épaves réparties dans l'ensemble du bassin méditerranéen ainsi qu'en Égypte, nous fournissent ainsi la documentation la plus abondante mais aussi la plus pertinente pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique. Bien que de conservation inégale, ces épaves, correspondant à des navires entièrement ou en partie assemblés au moyen de ligatures, nous permettent ainsi d'étudier directement ces assemblages et donc, de les caractériser. Elles nous permettent également de voir avec quels systèmes et quels types architecturaux les assemblages par ligatures peuvent être associés et pour quels types de navires (fonction, forme, dimension, tonnage, système technique et espace de navigation) ils sont employés. Enfin, s'inscrivant dans une fourchette chronologique large – de 3000 av. J.-C. jusque vraisemblablement au XI^{e} s. apr. J.-C. – ces navires, assemblés au moyen de ligatures, se rattachent à des contextes culturels différents – égyptien, phénicien, grec, punique ou encore romain – qui permettent de voir l'universalisme de l'assemblage par ligatures et son emploi jusqu'à une époque assez tardive.

UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE I – Université de Provence
U.F.R. Humanités et Civilisations

THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université Aix-Marseille I

Formation doctorale : *« Espaces, Cultures et Sociétés »*

Présentée et soutenue publiquement le 23 avril 2005

Par : **Sabrina MARLIER**

Systèmes et techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne

Volume 2

Directeur de thèse :

M. Patrice Pomey

Composition du Jury :

M. Philippe JOCKEY, Professeur des Universités, Université de Provence
M. Xavier NIETO, Professeur associé à l'Université de Barcelone, Directeur du *Centro de Arqueología Subacuática de Cataluña*, Gérone (Espagne)
M. Patrice POMEY, Directeur de Recherche au CNRS, Aix-en-Provence, ***Directeur de thèse***
M. Éric RIETH, Directeur de Recherche au CNRS, Paris
M. André TCHERNIA, Professeur à l'EHESS, Marseille, ***Président du jury***

Laboratoire d'accueil : CENTRE CAMILLE JULLIAN
UMR 6573 CNRS-Université de Provence
Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence

3ème PARTIE

CARACTÉRISATION ET ANALYSE DES SYSTÈMES ET DES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES

L'objectif de cette troisième partie est de caractériser et d'analyser les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures employés, pour les premiers, et mises en œuvre, pour les secondes, dans la construction navale antique.

Au vu des sources dont on dispose sur les assemblages par ligatures dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne, la caractérisation, du point de vue technique, de ces systèmes et de ces techniques d'assemblage, dont les notions seront tour à tour définies, reposera uniquement sur les sources archéologiques présentées et étudiées dans la deuxième partie de ce travail. On distinguera par ailleurs, d'un côté, les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures du bordé et, de l'autre, les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures de la membrure. Ce travail de caractérisation fera l'objet du premier chapitre de cette quatrième partie.

Une fois les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures caractérisés, ceux-ci seront ensuite analysés à la lumière des sources ethnographiques, de l'archéologie expérimentale ainsi qu'en s'appuyant sur la détermination des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages. Mise en perspective avec les bateaux cousus antiques, l'approche ethnographique devrait ainsi permettre une étude comparative sensible et amener à une meilleure compréhension des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures. L'archéologie expérimentale permettra ensuite, en testant les techniques d'assemblage par ligatures par leur réalisation directe, de restituer différents systèmes d'assemblage par ligatures et de mieux en comprendre leur fonctionnement et leurs propriétés respectives. Enfin, la détermination des types de ligatures et des différents matériaux employés pour la réalisation des assemblages devrait permettre de cerner les choix des constructeurs et d'en saisir toute la pertinence, ou non, en fonction des systèmes et des techniques d'assemblage concernés. Ce travail d'analyse, par l'intermédiaire de ces trois approches qui se révèlent finalement être complémentaires, fera l'objet du second chapitre de cette troisième partie.

CHAPITRE 1. CARACTÉRISATION DES DIVERS SYSTÈMES ET DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES EMPLOYÉS ET MISES EN ŒUVRE DANS LA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE

Ce premier chapitre a pour objectif de caractériser les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique. Cette caractérisation passe donc, dans un premier temps, par la distinction et la définition de ce qu'est un « système d'assemblage », d'une part, et de ce qu'est une « technique d'assemblage », d'autre part. La distinction et la définition, ici proposées, de ces deux notions, s'appuient sur les concepts théoriques de « principes » et de « méthodes » de construction introduites et développées par P. Pomey pour traduire l'ensemble des phénomènes, dans le domaine de l'architecture navale, allant de la conception à la réalisation du navire[942].

Selon cette approche, on définira donc, de manière générale, un **« système d'assemblage »** par les principes qui sous-tendent la conception et le fonctionnement général de l'assemblage même. On distinguera donc, d'un côté, le système d'assemblage du bordé, et de l'autre, le système d'assemblage de la membrure, le système d'assemblage global d'un bateau renvoyant à l'une et à l'autre structure. Pour ce qui est des systèmes d'assemblage par ligatures du bordé, deux conceptions, et donc deux manières de penser, peuvent être envisagées dans la construction navale antique relevant d'un principe de construction « sur bordé »[943], selon que le système d'assemblage est transversal ou longitudinal aux virures. De même, pour les systèmes d'assemblage par ligatures de la membrure, deux conceptions différentes peuvent être considérées dans la même construction navale antique, selon que le système d'assemblage est externe ou interne aux pièces de membrure assemblées. Selon le système d'assemblage par ligatures envisagé pour le bordé, transversal ou longitudinal, et la membrure, externe ou interne, les implications fonctionnelles seront différentes de l'un à l'autre. Dans tous systèmes d'assemblage par ligatures, le problème de l'étanchéité est en outre un autre aspect essentiel à appréhender.

À côté de cet aspect théorique de la notion de « système d'assemblage », la **« technique d'assemblage »** intéressera de son côté les procédés mis en œuvre pour réaliser, de manière pratique, l'assemblage défini par les principes mêmes du système d'assemblage envisagé. Dans le cas d'une technique d'assemblage par ligatures, que ce soit pour lier les bordages entre eux ou fixer une pièce de membrure au bordé, on s'intéressera donc aux éventuels tracés préparatoires, à la présence ou non d'éléments de

[942] Cf. **Pomey 1988**.
[943] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

pré-assemblage pour réaliser le montage des pièces, au type de canal percé pour le passage de la ligature, au type de ligature employé et au mode de passage de la ligature, aux procédés d'étanchéité mis en place et enfin, aux "dessins" formés par le passage de la ligature (croix, traits verticaux ou obliques *etc*.…). La technique d'assemblage apparaît donc complémentaire, et même totalement indissociable du système d'assemblage et il faut savoir qu'à un système d'assemblage par ligatures donné peut correspondre plusieurs procédés de réalisation du système, et donc plusieurs techniques d'assemblage par ligatures.

Par conséquent, si le système d'assemblage en général renvoie à la conception théorique et aux implications fonctionnelles de l'assemblage envisagé, la technique d'assemblage se rapporte en revanche à la réalisation pratique de cet assemblage. Ainsi, le système et la technique d'assemblage entretiennent en réalité des relations étroites et ne peuvent donc être dissociés l'un de l'autre. Dans une perspective didactique, les systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique seront néanmoins ici d'abord caractérisés avant que ne soient déterminées à leur tour les différentes techniques d'assemblage par ligatures qui leur sont associées. Ensuite, seulement, les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique seront mis en relation les uns avec les autres. Par ailleurs, la caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage passe, pour pouvoir être utilisée dans la suite de notre étude, par la mise en place d'une terminologie précise. Afin que cette terminologie puisse être aisément employée par la suite, celle-ci, une fois établie et organisée, sera présentée sous forme de diagramme dans lequel sera en outre indiqué les mises en relation possibles entre systèmes et techniques d'assemblage.

I. Caractérisation des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne

A. Pour le bordé

Pour pouvoir parler de « système d'assemblage par ligatures », dans la construction du bordé, il est indispensable que les ligatures aient un rôle d'assemblage « actif » c'est-à-dire qu'elles assurent une mise en place mais aussi, et surtout, un véritable maintien des pièces de bordé entre elles. Selon cette notion de **« système d'assemblage actif »**, il est donc possible de distinguer, pour la construction navale antique relevant d'une conception « longitudinale sur bordé premier » associée, le plus souvent, à des procédés de construction « bordé premier »[944], deux systèmes d'assemblage par ligatures pour lier les bordés ensemble et à franc-bord, selon que les virures sont assemblées entre elles de manière transversale ou de manière longitudinale. On parlera donc, dans le premier cas, de **« système d'assemblage par ligatures transversales »** et, dans le second cas, de **« système d'assemblage par ligatures longitudinales »**. Un troisième système, dans lequel les assemblages par ligatures sont mis en place dès l'origine pour jouer également un rôle actif, conjointement à un autre type d'assemblage, peut également être caractérisé. On le désignera sous le nom de **« système d'assemblage mixte »**. Il faut tout de suite ici préciser que l'association, dans certains systèmes d'assemblage, de chevilles ou de tenons dits de « pré-assemblage » à des ligatures ne relève en aucun cas d'un « système d'assemblage mixte » mais bien d'un système d'assemblage par ligatures strict. En effet, dans la mesure où ces éléments ne jouent pas un rôle actif tel qu'on l'a définit ci-dessus, ils ne peuvent être mis sur le même plan que des assemblages jouant, dans certaines constructions, un rôle équivalent à celui des assemblages par ligatures. Enfin, les sources archéologiques révèlent, pour la coque de certains bateaux, l'existence de petites sections de ligatures disposées de manière dispersée et qui se révèlent avoir été mises en place après un assemblage original non réalisé au moyen de ligatures. Il s'agit, le plus souvent, de **« réparations »**. Aussi, dans la mesure où ces assemblages par ligatures ne jouent pas un rôle actif dès l'origine de la construction, ils ne peuvent en aucun cas être considérés comme participant à un système d'assemblage mixte tel qu'on vient de le définir. Néanmoins, il me paraît utile de consacrer un paragraphe à ces réparations effectuées au moyen de ligatures pour, d'une part, voir dans quel système d'assemblage elles s'intègrent, et d'autre part, en montrer la fonction. Cet intérêt pour ces petites sections de ligatures se justifie d'autant plus qu'elles découlent des systèmes d'assemblage par

[944] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

ligatures précédents et sont donc des indices pour marquer, dans la perspective d'une analyse de ces systèmes, les familles et les évolutions.

1. Le système d'assemblage par ligatures transversales

Le système d'assemblage par ligatures transversales consiste à assembler les virures de bordé entre elles et à franc-bord par un ensemble de ligatures passées transversalement, et de manière continue, d'un bord à l'autre de la coque au travers de canaux percés sur les bords des virures, voire même à partir du centre des virures (fig. 110).

Il s'agit du système d'assemblage le plus ancien que l'on connaisse pour lier ensemble les bordés d'un bateau de planches assemblées. On le retrouve en effet sur les deux plus anciens bateaux découverts au monde, **le bateau égyptien de la fosse n° 10 d'Abydos** ainsi que sur **le navire égyptien de Chéops**, datés respectivement de 3000 et 2650 av. J.-C. (cf. *supra*, les sources archéologiques, § n°I et II) (tableau A). Pour ces deux embarcations, le principe du système d'assemblage est le même. Il s'agit d'un ensemble de ligatures formant de véritables sangles et qui, passés d'un bord à l'autre des coques, lient et maintiennent les virures de bordé ensemble dans le plan transversal de façon très rapprochée. En plus d'assembler les bordés, les ligatures renforcent donc également les coques dans le plan transversal, ce qui paraît en effet nécessaire dans le cas de ces deux embarcations puisque **le bateau d'Abydos** ne semble pas présenter de membrure tandis que celle du **navire de Chéops** est constituée de varangues de petites dimensions, faiblement assemblées au bordé, et donc de moindre importance.

Dans ce système d'assemblage, l'étanchéité est assurée par un matériau, des liasses de roseaux pour **le bateau d'Abydos**, placé entre les virures et tenu en place par des lattes en bois de section semi-circulaire disposées sur les joints de virures avant le passage de la ligature (tableau A). Une fois la coque construite, l'étanchéité devait également être renforcée par l'utilisation d'une couche de résine ou d'huile répandue sur l'intérieur du bordé, venant ainsi imbiber les ligatures ainsi qu'obstruer les mortaises et les canaux destinés au passage des ligatures. Cette opération d'imperméabilisation est en effet nécessaire dans les phases de finition d'une construction de tous bateaux cousus et doit être par ailleurs renouvelée régulièrement.

Dans le système d'assemblage par ligatures transversales, des variantes peuvent être introduites par le recours ou non à des éléments dits de « pré-assemblage » (tableau A). L'emploi de ces éléments, servant à la mise en place et au maintien en forme des bordés avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures, relève incontestablement des

techniques d'assemblage (cf. *infra*). Néanmoins, une fois l'assemblage des bordés réalisés, ces éléments jouent ensuite un rôle indirect dans le système d'assemblage. Aucun de ces éléments n'a été employé pour le montage de la coque du **bateau d'Abydos**, assemblé uniquement au moyen de bandes de ligatures transversales. En revanche, dans **le navire de Chéops**, de nombreux éléments de pré-assemblage ont été employés dans l'ensemble de la coque. Ces éléments sont de plusieurs types. Il s'agit, d'une part, de trois sortes de tenons insérés dans des mortaises et non tenus en place par des petites chevilles de blocage, ainsi que, d'autre part, de points de ligatures indépendants (cf. *infra*). Parmi les trois sortes de tenons utilisés, ceux insérés dans des mortaises creusées dans les cans des virures selon le fil du bois ainsi que ceux insérés dans des mortaises creusées de manière perpendiculaire au can des bordages, en travers du fil du bois, permettaient, une fois l'ensemble de la coque assemblé, d'éviter le cisaillement des ligatures en empêchant tout mouvement longitudinal des virures les unes contre les autres. De même, les 277 points d'assemblage par ligatures indépendants repérés dans l'ensemble de la coque, s'ils avaient un rôle de pré-assemblage dans le montage des bordés, permettaient ensuite, de par leur localisation dans des endroits stratégiques de la coque soumis à de fortes pressions ou de fortes tensions (notamment les extrémités), de renforcer ces zones d'assemblage.

À moins de quatre siècles d'intervalle, on a donc une coque présentant un système d'assemblage par ligatures transversales simple (***Abydos***), et une coque présentant un système d'assemblage par ligatures transversales associé à de nombreux éléments de pré-assemblage, intervenant ensuite de façon indirecte dans le système d'assemblage du bordé (***Chéops***). Outre l'argument de l'évolution des systèmes d'assemblage qui peut être avancé pour expliquer l'introduction de ces éléments sur la coque du **navire de Chéops**, il est important de rappeler également que ce navire correspond à un navire de dimensions importantes (L. : env. 43 m) dont la conception générale est très élaborée.

Pour conclure sur le système d'assemblage par ligatures transversales, s'il s'agit du plus ancien système découvert pour lier ensemble les bordés d'un bateau de planches assemblées, il s'agit également d'un système exclusivement employé en Égypte ancienne pour l'assemblage des bateaux cousus. Dans l'ensemble du bassin méditerranéen, c'est en effet le système d'assemblage par ligatures longitudinales qui est employé.

2. Le système d'assemblage par ligatures longitudinales

À l'inverse du système d'assemblage par ligatures transversales, le système d'assemblage par ligatures longitudinales consiste à assembler les virures de bordé entre elles et à franc-bord par un ensemble de ligatures passées longitudinalement, et de manière

continue, d'une extrémité à l'autre de la coque au travers de canaux percés tout du long des bords des virures (fig. 111).

On retrouve ce système d'assemblage pour le montage des bordés cousus de l'ensemble des navires et des bateaux du monde méditerranéen (tableau A).

Il s'agit en l'occurrence de bateaux et de navires datés de la période archaïque, relevant d'une tradition de construction grecque, et dont témoignent **les épaves de Giglio** (Italie, 580), ***Bon Porté 1*** (France, 540-510), ***Cala Sant Vicenç*** (Espagne, dernier tiers du VI^{e} s. av. J.-C.), ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510) et vraisemblablement **l'épave** découverte récemment à **Pabuç Burnu** (Turquie, fin du VI^{e} s. av. J.-C.).

En retrait du bassin Méditerranéen, on retrouve également ce système d'assemblage longitudinal dans l'ensemble de l'Adriatique avec la découverte d'épaves, ou le plus souvent de fragments d'épaves, s'inscrivant dans une fourchette chronologique large allant du début du VI^{e} s. av. J.-C. jusqu'au XI^{e} s. apr. J.-C. Ces vestiges concernent, par ordre chronologique, **un fragment de bordé cousu découvert dans la lagune Nord de Venise** (Italie, 590-470 av. J.-C.), **l'épave de Ljubljana** (Slovénie, 2nde moitié du II^{e} s. av. J.-C.), **un fragment d'épave provenant d'Aquilée** (Italie, fin du I^{er} s. av. J.-C. – II^{e} s. apr. J.-C. ?), **les épaves de Nin,** ***Nin 1*** **et** ***Nin 2*** (Croatie, fin de la 1èremoitié du I^{er} s. apr. J.-C.), **les épaves de Padoue** (Italie, I^{er} - II^{e} s. apr. J.-C.), **du Lido de Venise** (Italie, I^{er} s. - milieu du II^{e} s. apr. J.-C.), de **Corte Cavanella** (**épave n°2**) (Italie, débuts du II^{e} s. apr. J.-C.) ainsi que **les épaves de Cervia** (Italie, IV^{e} s., au plus tard VII^{e} s. apr. J.-C.) **et de Pomposa** (Italie, XI^{e} s. ?).

Que ce soit en Méditerranée ou en Adriatique à l'époque archaïque ou en Adriatique à l'époque romaine et au haut Moyen Âge, le principe de ce système d'assemblage est le même. Il s'agit le plus souvent de ligatures végétales effectuant des aller-retours, ou "transfilages", d'une extrémité à l'autre de la coque en passant au travers de canaux percés sur les bords des virures. Dans ce système, l'étanchéité est le plus souvent assurée par un simple tissu roulé ou par un rouleau de tissu rempli de végétaux et disposé sur les joints de virures, avant le passage des ligatures. On retrouve également, sur **les navires de Nin**, comparables aux lattes de bois de section semi-circulaire utilisées sur les coques des embarcations égyptiennes (cf. *supra*), l'usage de lianes végétales disposées également sur les joints de virure et tenant en place un matériau d'étanchéité, probablement des fibres végétales. L'emploi de petites chevilles de blocage, insérées dans les canaux après le passage des ligatures (cf. *infra*, les techniques d'assemblage, p. 431-435), permettait également de renforcer l'étanchéité du système. L'étanchéité était enfin complétée par la répartition d'un enduit, généralement de la poix, dans l'ensemble de la coque permettant d'imbiber les ligatures et de gorger les rouleaux d'étanchéité, les

imperméabilisant ainsi. Cet enduit avait aussi pour fonction d'obturer l'ensemble des canaux de passage représentant des voies d'eau éventuelles (tableau A).

Comme dans le système d'assemblage par ligatures transversales, le système d'assemblage par ligatures longitudinales peut être associé, ou non, à des éléments de pré-assemblage. Ces éléments, employés pour la mise en place et le maintien en forme des bordés avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures, relèvent davantage des techniques d'assemblage (cf. *infra*). Néanmoins, une fois l'assemblage des bordés réalisés, ces éléments trouvent une nouvelle fonction, celle de prévenir le cisaillement des ligatures en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres. Ils participent alors indirectement au système d'assemblage en contribuant à la cohésion de la structure assemblée. On retrouve ainsi, dans l'ensemble des bateaux "cousus" grecs de l'époque archaïque précédemment cités, l'emploi de chevilles biaises et horizontales ou de tenons de pré-assemblage insérés dans les faces latérales de la quille et dans les cans des virures à assembler (tableau A). Éléments de pré-assemblage pour le montage des bordés, ils assurent ensuite, lors de la navigation du bateau cousu soumis à toutes sortes de pressions et de tensions, la cohésion du bordé en évitant tout glissement des virures dans le sens longitudinal qui entraînerait, inévitablement, une rupture des ligatures. Les bateaux "cousus" de l'Adriatique, à l'exception du **chaland de Ljubljana** et peut-être de **l'épave du Lido de Venise**, ne présentent en revanche jamais d'éléments de pré-assemblage participant ensuite au système d'assemblage (tableau A). Sur **le chaland de Ljubljana**, il s'agit néanmoins de chevilles, ou de tenons, utilisés uniquement pour le pré-assemblage des virures des flancs et ne présentant donc pas une véritable fonction dans le système d'assemblage une fois celui-ci réalisé, tandis que sur **l'épave du Lido de Venise**, l'emploi de tels éléments n'est pas véritablement assuré.

3. Les systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures

Le système d'assemblage mixte a été défini, en introduction de ce sous-chapitre consacré aux systèmes d'assemblage par ligatures employés pour le montage du bordé, comme un « troisième système dans lequel les assemblages par ligatures sont mis en place dès l'origine pour jouer un rôle actif, conjointement à un autre type d'assemblage ». Il apparaît ainsi inévitable, selon cette définition, qu'il n'existe pas un système d'assemblage mixte, mais bien des systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir la ligature comme élément essentiel d'assemblage. En fonction du positionnement et du rôle exact joué par la ligature dans ce système, trois systèmes d'assemblage mixtes peuvent être caractérisés :

- le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient pour assembler des zones techniquement difficiles à assembler. Il s'agit le plus souvent des extrémités ;

- le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient pour doubler un assemblage et renforcer ainsi des zones soumises à de fortes tensions ou pressions. Il s'agit également, le plus souvent, des extrémités ;
- le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient pour assembler des fonds de carène tandis que les parties hautes sont assemblées au moyen d'un autre système d'assemblage.

Dans ces trois systèmes d'assemblage mixtes, l'autre système d'assemblage, employé conjointement au système d'assemblage par ligatures, est en l'occurrence, dans le cas de la construction navale antique, le système par tenons et mortaises.

3.1. Le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient pour assembler des zones difficiles

Ce premier système d'assemblage mixte se rencontre sur des navires et des bateaux dont le bordé est assemblé, pour l'essentiel, par le système d'assemblage par tenons et mortaises et chevillés, tandis que les extrémités sont, elles, assemblées au moyen d'un système d'assemblage par ligatures. Dans ce cas, l'assemblage par ligatures a été réalisé conjointement à l'assemblage par tenons et mortaises et ne correspond en aucun cas à une réfection. Sur les navires qui présentent ce système d'assemblage mixte, selon cette répartition, on remarque une faiblesse du système d'assemblage par tenons et mortaises réalisé au moyen de tenons longs, étroits et peu épais insérés dans des mortaises très espacées, produisant ainsi un réseau lâche. Cette faiblesse du système d'assemblage par tenons et mortaises, qui présente un caractère "primitif" ou "archaïque", est à mettre en relation avec son introduction récente et les débuts de son développement. Il explique ainsi le recours à un système d'assemblage plus ancien qui, lui, est parfaitement maîtrisé, pour les zones difficiles à assembler et où les efforts sont les plus grands. C'est le cas des navires archaïques de tradition grecque ***Jules-Verne 7*** (France, 525-510), ***César 1*** (France, 525-510) et ***Grand Ribaud F*** (France, 515-470) qui présentent un système précoce d'assemblage par tenons et mortaises attestant d'un manque de maîtrise évident de la part des constructeurs qui ont donc eu recours, pour les fermetures des extrémités, à un système d'assemblage qu'ils maîtrisaient en revanche parfaitement, à savoir le système d'assemblage par ligatures[945] (tableau B). Sur ces trois navires, les assemblages par ligatures employés pour fermer les extrémités ont été réalisés selon le système d'assemblage par ligatures longitudinales décrit précédemment, en association avec des chevilles de pré-assemblage assurant, une fois l'assemblage réalisé, un rôle indirect dans le système (cf. *supra*).

[945] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.

Ce système d'assemblage mixte, dans lequel l'assemblage par ligatures intervient pour fermer les extrémités tandis que le reste de la coque est assemblé par tenons et mortaises chevillés selon une technique non encore totalement maîtrisée, correspond manifestement à un stade d'évolution précoce de l'adoption du système d'assemblage par tenons et mortaises, au détriment du système d'assemblage par ligatures. Les navires ***Jules-Verne 7***, ***César 1*** et ***Grand Ribaud F*** correspondent donc, au sein de cette évolution, à des navires témoins de transition. Ils n'en restent pas moins, sur le plan conceptuel et fonctionnel, des navires dont le bordé est monté selon un système d'assemblage mixte.

3.2. Le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient dans des zones soumises à de fortes tensions ou pressions pour venir doubler et renforcer un autre assemblage

Dans ce système d'assemblage mixte, l'assemblage par ligatures est employé en complément direct d'un autre système d'assemblage pour venir renforcer des zones stratégiques de la coque, à savoir des zones soumises à de fortes tensions ou de fortes pressions, telles que les extrémités notamment.

C'est le cas, pour l'Égypte ancienne, du **navire de charge présumé de Licht** (Basse Égypte, vers 1950 av. J.-C.) ainsi que des **barques de Dahchour** (Basse Égypte, vers 1850 av. J.-C.). Pour la coque du premier navire, dont l'essentiel du bordé est assemblé par un ensemble de tenons insérés dans des mortaises et bloqués par des petites cales introduites parallèlement aux tenons, les assemblages par ligatures ne seraient vraisemblablement utilisés que de manière ponctuelle et sous forme de points d'assemblage indépendants, en renfort de zones délicates, notamment au niveau des extrémités. Le système serait le même pour les barques de Dahchour dont les bordés, assemblés pour l'essentiel par un système de tenons et mortaises non chevillés, ne présenteraient des points d'assemblage par ligatures ponctuels et indépendants que pour renforcer des zones stratégiques de la coque. La répartition de ces points de ligatures, reconstituée par C. Ward, concernerait l'assemblage de chaque virure à la suivante – à raison de quatre ou cinq points par virure – ainsi que les extrémités pour la fermeture de la deuxième et de la troisième virure sur la virure centrale, en doublage et en renfort de l'assemblage par tenons et mortaises (tableau B).

Pour la construction navale antique méditerranéenne, on rencontre ce système d'assemblage mixte uniquement sur l'épave grecque classique ***Ma'agan Mikhael*** (Israël,

400 av. J.-C.)[946]. Dans ce navire, assemblé entièrement par un système de tenons et mortaises chevillés, les ligatures viennent doubler la fermeture des extrémités, selon le même principe de renfort que précédemment. Ce ne sont en revanche pas des points de ligatures indépendants qui sont employés dans ce cas, mais un système d'assemblage par ligatures longitudinales. De plus, pour assurer ce deuxième assemblage, des massifs morts ont été mis en place sur la face interne de l'étrave et de l'étambot afin de permettre la liaison des têtes de virures des extrémités à l'étrave et à l'étambot ainsi qu'aux massifs morts au moyen de ligatures (fig. 82f). Les extrémités du galbord ont également été assemblées sur une petite section de la quille – située juste avant l'enture – au moyen du même système d'assemblage par ligatures longitudinales. Aucun élément de pré-assemblage n'a en revanche été employé dans ce système puisque l'assemblage par tenons et mortaises, déjà en place, assurait la double fonction habituellement jouée par ces éléments (cf. *supra*) (tableau B).

Sur tous ces bateaux, les assemblages par ligatures, employés dans les parties les plus vulnérables du navire, à savoir les extrémités, pour venir doubler un assemblage par tenons et mortaises déjà en place, devaient ainsi jouer un rôle significatif dans le renforcement de la structure de la coque.

3.3. Le système d'assemblage mixte dans lequel la ligature intervient pour assembler des fonds de carène tandis que les parties hautes sont assemblées au moyen d'un autre système

Parmi le corpus des épaves présentant des assemblages par ligatures, trois d'entre elles présentent un système d'assemblage mixte particulier pour le montage de leur bordé dans lequel la ligature intervient pour assembler les fonds de carène tandis que l'assemblage par tenons et mortaises chevillés est employé pour le montage des parties hautes. Il s'agit, pour la première, de l'épave grecque classique ***Gela 1*** (Sicile, 500-480) présentant vraisemblablement un assemblage par ligatures pour la liaison de la quille et des trois premières virures de bordé, selon un système d'assemblage par ligatures longitudinales en association avec des chevilles de pré-assemblage, et un assemblage par chevilles horizontales de pré-assemblage, en alternance avec des tenons et mortaises chevillés, pour les virures supérieures. La seconde épave, celle de ***Comacchio*** (Italie, dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.), présente un assemblage par ligatures pour le montage de toutes les parties basses de sa carène jusqu'à la première préceinte, correspondant à la treizième virure, selon un système d'assemblage par ligatures longitudinales, et un assemblage par tenons et mortaises chevillés mis en place dès le can supérieur de la

[946] C'est peut-être néanmoins aussi le cas sur le navire ***Gela 2*** (Sicile, 450-425) dont les extrémités n'ont pas encore été fouillées.

préceinte et intéressant vraisemblablement toutes les parties hautes de la carène. La troisième épave enfin, **l'épave du Stella** (Italie, première moitié du I^{er} s. apr. J.-C.), présente également un assemblage de son fond de carène par ligatures, selon un système d'assemblage par ligatures longitudinales, tandis que les parties hautes de sa carène sont assemblées par tenons et mortaises chevillés. On ne sait cependant pas dans quelles proportions se répartissent ces deux systèmes d'assemblage (tableau B).

Pour tenter d'expliquer la répartition singulière de ces deux types d'assemblage dans la coque de ces navires, il est nécessaire de s'intéresser davantage aux assemblages par tenons et mortaises. Pour l'épave ***Gela 1***, bien que les dimensions des tenons et le réseau de cet assemblage ne soient pas connues, l'usage de chevilles de pré-assemblage, disposées en alternance avec les tenons, montre un savoir-faire de la part des constructeurs encore hésitant et prudent, certainement à mettre en relation avec l'introduction récente de ce nouveau type d'assemblage. Au contraire, sur **l'épave de Comacchio**, l'assemblage par tenons et mortaises, présentant un réseau relativement dense selon une disposition des mortaises légèrement en quinconce, semble totalement maîtrisé. Pour **l'épave du Stella**, nous n'avons malheureusement aucune indication concernant cet assemblage. Devant cette disparité des éléments, il est difficile d'apporter une réponse uniforme à la question de la répartition singulière des ces systèmes d'assemblage utilisés conjointement pour l'assemblage du bordé. Ainsi, pour le navire ***Gela 1***, il semble bien que les constructeurs aient trouvé plus simple, et plus sûr, d'assembler le fond de carène de leur navire et le départ des extrémités au moyen de l'assemblage par ligatures qu'ils maîtrisaient parfaitement, tandis que le recours à l'assemblage par tenons et mortaises, nouvellement mis en œuvre, leur posait moins de problèmes pour le montage du reste du bordé. Pour **le navire de Comacchio**, en revanche, la raison du choix des constructeurs est plus difficile à appréhender. C'est en effet toutes les parties basses de la carène, correspondant aux œuvres vives de la coque, et pas seulement les trois premières virures, qui sont assemblées par ligatures, tandis que les parties hautes, correspondant aux œuvres mortes, seraient assemblées au moyen d'un assemblage par tenons et mortaises parfaitement maîtrisé. Si l'on raisonne en terme de résistance en milieu humide et de solidité, on s'attendrait à ce que l'assemblage par tenons et mortaises fut employé pour les œuvres vives de la coque et non la ligature dont le principal défaut est de se détendre avec le temps et de pourrir au contact de l'eau, obligeant à une réfection régulière de cet assemblage. Néanmoins, il faut imaginer qu'à l'époque romaine les constructeurs du **navire de Comacchio**, et vraisemblablement aussi ceux de **la barque du Stella**, ne raisonnaient pas en termes d'économie de moyen mais plutôt, je dirais, en termes de "suffisance". À savoir que l'assemblage par ligatures, bien plus facile et rapide à réaliser que l'assemblage par tenons et mortaises, et même s'il exigeait une réfection régulière, leur "suffisait" pour construire un bateau ou toute embarcation destinée à naviguer dans un contexte d'économie locale et

régionale. À l'inverse, l'assemblage par tenons et mortaises devait être réservé pour des bateaux de plus grande importance, destinés à naviguer dans des espaces de navigation plus larges. Nous reviendrons sur cette question de « survivance » de l'assemblage par ligatures à l'époque romaine dans un contexte de construction navale maîtrisant parfaitement, par ailleurs, l'assemblage par tenons et mortaises chevillés (cf. *infra*, 4ème partie, p. 661). Cependant, si ce premier élément de réponse apporté est probable, cela n'explique toujours pas, en revanche, la volonté des constructeurs d'assembler les parties hautes de leurs bateaux au moyen de tenons et mortaises qu'ils auraient pu tout aussi bien achever au moyen du même assemblage par ligatures que celui mis en œuvre pour les fonds de carène. Cette question reste donc, pour le moment, en suspens, dans l'attente de nouvelles découvertes qui permettront d'apporter des informations complémentaires à ce sujet.

Dans les trois systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures, celui-ci est mis en place dès l'origine de la construction et participe donc pleinement, dans des proportions variables, au système d'assemblage du bordé. Ce n'est pas le cas, en revanche, lorsque la ligature intervient *a posteriori* dans un système d'assemblage déjà en place, en l'occurrence, le système d'assemblage par tenons et mortaises.

4. Petites sections d'assemblage par ligatures intervenant dans un système d'assemblage par tenons et mortaises (réparations)

Sur le bordé de certaines épaves, présentant un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés, des petites sections d'assemblage par ligatures ont pu être repérées. Situées en des endroits divers du bordé, ces petites sections ne relèvent pas du système d'assemblage initial mis en œuvre, et donc, ne participent pas d'un système d'assemblage mixte comme on a pu le voir précédemment. Elles correspondent en réalité à des réparations intervenues après l'assemblage initial des virures par tenons et mortaises chevillés.

On en trouve ainsi sur les épaves de tradition grecque ***Jules-Verne 7*** (France, 525-510), ***César 1*** (France, 525-510) et ***Gela 2*** (Sicile, 450-424 av. J.-C.). Localisées dans diverses zones relativement réduites de la coque, ces petites sections d'assemblage ont été réalisées selon le même système que celui employé pour l'assemblage des navires grecs archaïques (cf. *Giglio*, *Bon Porté 1*, *Cala Sant Vicenç*, *Jules-Verne 9*, *Pabuç Burnu*), à savoir un système d'assemblage par ligatures longitudinales, en association avec des

chevilles de pré-assemblage (cf. tableau A). Pour ces trois navires, les "raccommodages" au moyen de ligatures interviennent dans des contextes d'évolution des systèmes d'assemblage au sein de la construction navale antique de tradition grecque[947]. Ils témoignent en effet de l'adoption, par les constructeurs grecs, du système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le montage des bordés de leurs navires. Les caractéristiques de ces assemblages, dans les navires *Jules-Verne 7*, *César 1* et *Gela 2*, dénotent cependant un caractère précoce et encore peu évolué de ce système, lié à son introduction récente. Aussi, les réparations à effectuer dans le bordé ont-elles été réalisées non pas au moyen de tenons et mortaises, dont la maîtrise est nécessaire pour pratiquer ce type d'intervention délicate, mais au moyen de ligatures que les constructeurs maîtrisaient en revanche parfaitement.

Plus singulière est la découverte d'une petite réparation réalisée au moyen de ligatures sur un bateau s'inscrivant dans un contexte de construction navale romaine. Il s'agit de **l'épave C de Pise** (Italie, déb. du I^er^ s. apr. J.-C.) correspondant à une grande barque dont le bordé, entièrement assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés, présente une petite réparation réalisée au moyen de ligatures selon un système d'assemblage longitudinal (fig. 98c). Dans ce contexte, il paraît évident que si la réparation n'a pas été effectuée au moyen de tenons et mortaises, ce n'est vraisemblablement pas pour des questions de maîtrise de cette technique d'assemblage dont le système s'est imposé dans l'ensemble du bassin méditerranéen dès la fin du IV^e^ s. av. J.-C.[948]. **La barque C de Pise** s'inscrit néanmoins dans une économie locale avec un espace de navigation qui devait être limité aux eaux de l'Arno et de ses affluents. Construite dans un petit chantier, il est probable que, dans ce contexte local, l'usage de la ligature comme moyen d'assemblage n'ait pas été oublié et qu'elle pouvait être, à l'occasion, employée pour effectuer de petites réfections dans la mesure où, comme on l'a dit, une réparation "cousue" est beaucoup plus facile à exécuter qu'une réparation utilisant des tenons.

5. Conclusion

Au total, plusieurs systèmes d'assemblage par ligatures peuvent être distingués pour le montage des bordés d'un bateau. Les deux principaux, et les plus élémentaires, sont d'une part le système d'assemblage par ligatures transversales, utilisé pour la construction des premiers bateaux de planches assemblées, et exclusivement pour les bateaux cousus de l'Égypte ancienne, et, d'autre part, le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour l'ensemble des bateaux cousus du monde

[947] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**.
[948] **Pomey 1997**.

méditerranéen. Aux côtés de ces systèmes d'assemblage par ligatures stricts, on trouve également des systèmes d'assemblage mixtes dans lesquels le système d'assemblage par ligatures intervient dès le départ, et de façon active, aux côtés du système d'assemblage par tenons et mortaises. Généralement employés pour des zones techniquement difficiles à assembler au moyen du système d'assemblage par tenons et mortaises, récemment introduit dans la construction navale antique, ou pour renforcer et doubler des zones importantes de la coque soumises à de fortes tensions ou de fortes pressions, les assemblages par ligatures se rencontrent le plus souvent, dans ces systèmes d'assemblage mixtes, au niveau des extrémités des coques. On rencontre également une utilisation conjointe de ces deux systèmes d'assemblage pour le montage du bordé, mais selon une répartition plus singulière, avec le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage des fonds de carène, voire même pour l'ensemble des œuvres vives, et le système d'assemblage par tenons et mortaises employé pour le montage des parties hautes. Les assemblages par ligatures employés sur de petites sections, en tant que réparation d'un assemblage réalisé à l'origine par tenons et mortaises, ne relèvent pas, en revanche, du système d'assemblage mis en place pour le montage du bordé.

Voyons maintenant les divers systèmes d'assemblage par ligatures employés pour la fixation de la membrure au bordé.

B. Pour la membrure

Dans la construction navale antique où, selon une conception « longitudinale sur bordé »[949], la membrure est fixée au bordé une fois celui-ci monté, on distingue deux grands systèmes d'assemblage par ligatures de la membrure au bordé, selon que l'assemblage est externe ou interne aux pièces de membrure. Aux côtés de ces deux systèmes d'assemblage réalisés entièrement et exclusivement au moyen de ligatures, on distingue également deux systèmes d'assemblage mixtes pour la liaison de la membrure au bordé associant des assemblages par ligatures externes ou des assemblages par ligatures internes à d'autres éléments assemblage.

1. Le système d'assemblage par ligatures externes à la membrure

[949] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.

Le système d'assemblage par ligatures externes consiste à assembler les membrures au bordé au moyen de points de ligatures indépendants enserrant extérieurement les pièces de membrure et passant au travers d'évidements percés dans l'épaisseur des virures de bordé correspondantes (fig. 112).

Le système d'assemblage de la membrure au bordé uniquement au moyen de ligatures externes est employé autant dans la construction navale de l'Égypte ancienne que dans la construction navale antique méditerranéenne. On le rencontre en effet aussi bien sur **le navire de Chéops** (Basse Égypte, vers 2650 av. J.-C.) que sur **les navires d'origine phénicienne de Mazarron** (Espagne, 2nde moitié du VIIe s. av. J.-C.) ainsi que sur l'ensemble des bateaux cousus d'origine grecque archaïque, à savoir ***Giglio*** (Italie, 580), ***Bon Porté 1*** (France, 540-510), ***Cala Sant Vincenç*** (Espagne, derniers tiers du VIe s. av. J.-C.) et ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510) (tableau C).

Sur tous ces navires, le principe est le même. Il s'agit de points de ligatures indépendants réalisés en plusieurs endroits de la membrure pour son assemblage avec le bordé. Dans ce système d'assemblage par ligatures externes, les points d'assemblage sont réalisés par une ligature passée plusieurs fois transversalement sur le dos de la membrure, d'une face latérale à l'autre de la pièce, ainsi que dans des évidements percés dans l'épaisseur des virures correspondantes. Seul **le navire de Chéops** présente une variante à ce système avec les deux points d'assemblage situés aux extrémités de chaque membrure qui sont réalisés par des ligatures passant, non pas sur le dos des pièces, mais dans des mortaises percées dans la largeur des pièces, situées juste au-dessous de la face supérieure des varangues (cf. fig. 67l). Le principe d'assemblage, dans ce cas, reste néanmoins le même.

En relation avec ce système d'assemblage par ligatures externes, le profil des membrures de tous ces navires est plus ou moins particulier. Les membrures **du navire de Chéops**, bien qu'étant de section ordinaire, rectangulaire avec une hauteur plus importante que la largeur, présentent en effet des angles, entre le dos des membrures et les faces latérales, qui sont arrondis. Les membrures **des navires de Mazarron** sont, elles, totalement de section circulaire, tandis que celles **des bateaux cousus de tradition grecque archaïque** présentent une section trapézoïdale avec un pied étroit, des faces latérales évasées et un dos arrondi. Ces profils courbes et arrondis sont manifestement destinés à prévenir le cisaillement des ligatures. Dans le cas des bateaux grecs, la morphologie particulière des membrures est également destinée à permettre un meilleur serrage des ligatures. Il s'agit donc, dans le contexte des bateaux "cousus", d'une morphologie particulièrement aboutie.

Concernant l'étanchéité, celle-ci n'est nécessaire, dans le système d'assemblage par ligatures externes, que lorsque les évidements creusés dans l'épaisseur des virures ressortent sur la face externe du bordé. C'est le cas uniquement sur **les bateaux cousus grecs archaïques**. L'étanchéité est alors assurée par la mise en place de petites chevilles dans les évidements du bordé ainsi que par l'obturation complète de ces passages par une couche de poix ou de résine. Sur **les navires de Chéops et de Mazarron**, en revanche, les canaux ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, aucune petite cheville n'est utilisée pour venir obturer ces évidements.

Enfin, il faut signaler que dans le système d'assemblage de la membrure **des navires de Mazarron**, chaque point d'assemblage serait disposé au niveau des joints de virures, associant ainsi deux virures de bordé adjacentes pour le passage de la ligature ; ce qui signifie, plus clairement, que les évidements destinés au passage de la ligature seraient percés, d'un côté de la membrure, dans l'épaisseur d'une virure, et de l'autre côté, dans l'épaisseur de la virure attenante. La ligature serait donc passée en diagonal sur le dos des membrures de façon à aller d'une paire d'évidements à une autre. Dans ce système d'assemblage, la ligature, en plus de fixer la membrure au bordé, renforcerait donc également l'assemblage des virures entre elles.

2. Le système d'assemblage par ligatures internes à la membrure

Le système d'assemblage par ligatures internes consiste à assembler les membrures au bordé au moyen de points de ligatures indépendants passant à mi-bois dans la hauteur de la membrure et l'épaisseur du bordé correspondant (fig. 113).

Seule **l'épave grecque hellénistique de La Tour Fondue** (France, 2nde moitié du III^{e} s. av. J.-C.) présente une liaison de sa membrure au bordé au moyen exclusif du système d'assemblage par des points de ligatures internes (tableau C). Le principe est le suivant : il s'agit d'une ligature passée en boucle dans une paire d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant ainsi que dans des gorges creusées entre ces évidements, à la fois sur le dos de la membrure et à la fois sur la face externe du bordé. La ligature est ensuite bloquée par l'insertion de chevilles occupant toute la hauteur des canaux de passage. Une succession de points d'assemblage analogues assemblent ainsi l'ensemble de la membrure au bordé, à raison d'un point de ligature interne situé au niveau de chaque virure (Tableau D et fig. 114, schéma 1).

Pour ce système d'assemblage, la morphologie des membrures n'a aucune importance puisque la ligature n'enserre pas extérieurement la pièce. Ainsi, les membrures

du **bateau de La Tour Fondue** sont-elles toutes de section quadrangulaire, sans angles arrondis.

Concernant l'étanchéité, celle-ci est bien sûr assurée par l'insertion des chevilles de blocage dans les canaux de passage de la ligature. Elle est également renforcée, une fois l'assemblage réalisé, par l'obturation totale des gorges, situées sur le dos des membrures ainsi que sur la face externe des bordés, au moyen d'une couche de poix protégeant ainsi la ligature du milieu extérieur, et notamment de tout frottement ainsi que de l'eau et de l'humidité, tout en la dissimulant à la vue.

3. Les systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures

Les systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir l'assemblage par ligatures consistent à assembler les membrures au bordé au moyen d'une association, soit de points de ligatures externes, soit de points de ligatures internes, avec d'autres éléments d'assemblage, gournables et/ou clous.

3.1. Le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage

Ce système d'assemblage mixte, qui consiste à associer des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage, est employé vraisemblablement dans **le navire égyptien de Licht** (Basse Égypte, vers 1950 av. J.- C.), dans le navire grec archaïque ***Jules-Verne 7*** (France, 525-510), uniquement pour l'assemblage des couples de revers, et dans **le navire romain de Comacchio** (Italie, dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.) pour l'assemblage de l'ensemble de sa membrure (tableau C).

Dans **le navire présumé de Licht**, la membrure, restituée par C. Ward comme une véritable "cloison" constituée de cinq pièces (fig. 68o), est assemblée au bordé au moyen de trois grosses gournables. Selon moi, les quatre mortaises traversant la largeur de la pièce inférieure de part en part pourraient également être destinées à un assemblage de la membrure au bordé par des ligatures externes, selon le même système que celui décrit précédemment pour les points d'assemblage des extrémités des membrures du navire de Chéops (cf. *supra*). On aurait ainsi un système d'assemblage mixte de la membrure au bordé associant des points de ligatures externes et des gournables.

Sur le navire ***Jules-Verne 7***, les couples de revers sont fixés au bordé au moyen de gournables enfoncées à partir de l'extérieur mais avec le pied assemblé au bordé au moyen

de ligatures externes selon le même système que celui décrit précédemment pour les bateaux cousus de tradition grecque archaïque.

Le navire de Comacchio présente un système d'assemblage mixte plus complexe, associant des points de ligatures externes et des gournables. Sur ***Comacchio***, les membrures sont en effet fixées au bordé par une alternance des deux types d'assemblage formant au total un schéma ordonné et symétrique. Les gournables sont ainsi disposées en quinconce, dans le sens transversal et dans le sens longitudinal, à raison d'une gournable insérée dans la hauteur de la membrure toutes les deux virures, à l'exception de la virure centrale qui ne reçoit aucune gournable. Les ligatures, selon le système décrit précédemment pour les assemblages au moyen unique de ligatures externes (cf. *supra*), sont passées transversalement sur le dos des membrures, d'une face à l'autre des pièces, dans des évidements pratiqués dans l'épaisseur des virures de bordé correspondantes. De plus, comme pour le système d'assemblage supposé pour les navires de Mazarron, les points d'assemblage sont bien disposés, ici, au niveau des joints de virures et les ligatures, en plus de fixer la membrure au bordé, renforcent donc l'assemblage des virures de bordé entre elles en passant d'un côté de la membrure dans des évidements percés dans l'épaisseur d'une virure et de l'autre côté, dans des évidements percés dans l'épaisseur de la virure adjacente. En revanche, le dessin, produit par le passage de la ligature sur le dos des membrures, ne forme pas une croix, comme sur les membrures des navires de Mazarron, mais des lignes obliques, toutes orientées dans le même sens. Néanmoins, l'orientation oblique du passage de ces ligatures sur le côté tribord de la coque est opposée à celle située sur le côté bâbord, produisant ainsi un "dessin" global des points de ligatures en épi convergeant vers le centre de la coque (fig. 94g).

Concernant la morphologie des membrures avec laquelle sont associés ces systèmes d'assemblage par ligatures externes et gournables, celle-ci présente, pour les couples de revers du navire ***Jules-Verne 7***, une courbe arrondie au niveau de ses extrémités se terminant en pointe, en relation avec le point d'assemblage par ligature. Cette section permet ainsi de prévenir, comme sur les membrures des bateaux cousus grecs archaïques, le cisaillement des ligatures. Aucun aménagement n'est en revanche réalisé sur la membrure de ***Licht*** qui présente des mortaises à arêtes saillante pour le passage présumé des ligatures. De la même façon, les membrures de ***Comacchio***, de section rectangulaire, présentent des angles avec des arêtes vives, offrant ainsi un point de rupture privilégié pour les ligatures.

Enfin, concernant l'étanchéité de ces systèmes, on ne sait pas, pour **le navire présumé de Licht**, comment celle-ci était assurée dans la mesure où les pièces constitutives de la coque de ce navire ont été retrouvées éparpillées, la mise en place de la

membrure recomposée dans le bordé de la coque n'étant par ailleurs qu'une hypothèse de restitution. Pour le navire ***Jules-Verne 7***, l'étanchéité, de même que pour les bateaux cousus grecs archaïques, était assurée par la mise en place de petites chevilles dans les évidements de passage des ligatures ainsi que par l'obturation de ceux-ci par une couche de poix. Enfin, sur **le bateau de Comacchio**, les évidements creusés dans l'épaisseur des virures ne ressortant pas sur la face externe du bordé, l'insertion de petites chevilles n'était pas nécessaire.

3.2. Le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage

À l'exception de la membrure de ***La Tour Fondue***, l'assemblage de la membrure au bordé au moyen de points de ligatures internes, tel qu'il a été décrit précédemment, est rarement employé seul et est le plus souvent associé à d'autres éléments d'assemblage, comme des gournables simples mais avec aussi, parfois, des clous.

On rencontre en réalité ce système d'assemblage mixte pour la première fois sur l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510) pour l'assemblage d'une pièce de membrure interprétée comme étant un couple de revers (tableau C). Cet élément, bien que présentant un profil trapézoïdal identique aux varangues du bateau, toutes assemblées exclusivement au moyen de points de ligatures externes (cf. *supra*), était fixé, vraisemblablement dans les parties hautes du bordé, au moyen de points de ligatures internes identiques à ceux décrits pour la membrure de *La Tour Fondue*, en alternance avec des gournables simples (fig. 74g). Sur la longueur conservée, on peut ainsi observer la mise en place d'une gournable simple suivie par deux points d'assemblage par ligatures internes, chaque élément d'assemblage correspondant probablement aux virures successives du bordé.

Le même système d'assemblage mixte, par des points de ligatures internes en alternance avec des gournables simples, se rencontre ensuite sur une série d'épaves romaines, datées du II^{e} s. av. au I^{er} s. apr. J.-C., découvertes uniquement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, sur le littoral français et espagnol (tableau C). Le système est alors le même que celui décrit précédemment pour l'élément de membrure de l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9***, seul le schéma créé par l'alternance des éléments d'assemblage pouvant varier ; de même que l'usage de clous, sur certains bateaux, peut parfois venir compléter ce schéma, renforçant de ce fait l'assemblage de la membrure au bordé. L'alternance entre points d'assemblage par ligatures internes et gournables simples se fait toujours au niveau de chaque virure, les clous, s'ils sont utilisés, étant toujours insérés à partir d'une virure présentant déjà un élément d'assemblage.

Le schéma le plus classique créé par cette alternance des éléments d'assemblage est celui où se succèdent, à la fois dans le sens transversal et à la fois dans le sens longitudinal, un point d'assemblage par ligatures internes et une gournable simple, sans aucune utilisation de clous (tableau D et fig. 114, schéma 2). On le retrouve sur les navires ***La Roche Fouras*** (France, 2nde moitié du IIe ou déb. du Ier s. av. J.-C.), ***Plane 1*** (France, milieu du Ier s. av. J.-C.), ***Cap Béar 3*** (France, 3ème quart du Ier s. av. J.-C.), ***SM2*** (France, 1ère moitié du Ier s. apr. J.-C.), ***Barthélemy B*** (France, 2nd quart du Ier s. apr. J.-C.), ***Baie de l'Amitié*** (France, 2nde moitié du Ier s. apr. J.-C.), ***Port la Nautique*** (France, fin du Ier s. av. J.-C. - aux env. de 70 apr. J.-C. ?) et sur ***Jeaume-Garde B*** (France, déb. du Ier s. av. J.-C.) pour la réparation de deux membrures, soit pour la majorité de cet ensemble d'épaves présentant une membrure liée au bordé par des points de ligatures internes, avec néanmoins quelques particularités supplémentaires pour trois de ces bateaux. Pour ***Cap Béar 3***, le point d'assemblage de la membrure situé au niveau du galbord est toujours un point de ligature et ce n'est qu'à partir du ribord que l'alternance, entre ligatures et gournables, est introduite (fig. 93c). Pour l'épave ***Baie de l'Amitié***, les varangues situées de part et d'autre de l'écart quille-étrave présentent une liaison supplémentaire à la quille et à l'étrave au moyen d'une broche en cuivre. Et enfin, **l'épave de Port la Nautique** présente un renforcement d'au moins une cheville de blocage par un clou enfoncé à partir de l'extérieur et la traversant jusqu'à mi-hauteur.

Sur l'épave ***Dramont C*** (France, 1ère moitié du Ier s. av. J.-C.), on retrouve le même schéma d'assemblage avec en plus certaines gournables simples traversées par des clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur (tableau D et fig. 114, schéma 3).

Sur le navire ***SM24*** (France, 40-75 apr. J.-C.), présentant également ce même type de disposition en quinconce simple, des clous en fer sont utilisés abondamment pour venir encadrer de manière quasi-systématique chaque point d'assemblage (tableau D et fig. 114, schéma 4). Étant donné la similitude des échantillonnages entre les navires ***SM2*** (France, 1ère moitié du Ier s. av. J.-C.) et ***SM24***, se rapportant par ailleurs sans doute au même type de navire, il est probable que, de la même manière que pour ***SM24***, des clous étaient également utilisés pour renforcer l'assemblage de la membrure au bordé sur ***SM2***. Une nouvelle expertise de cette épave, dans le cadre de la Carte archéologique de la Camargue, devrait pouvoir confirmer cette hypothèse.

Finalement, seules **les épaves de Cavalière** (France, vers 100 av. J.-C.) **et du Cap del Vol** (Espagne, extrême fin du Ier s. av. J.-C. - déb. du Ier s. apr. J.-C.) présentent un schéma globalement différent. Pour la première épave, les varangues sont assemblées, en correspondance avec les huit premières virures de bordé, d'abord par un clou enfoncé au niveau du galbord, puis par une succession, à partir du ribord, de deux gournables simples suivies d'un point d'assemblage par ligatures internes, deux gournables simples *etc*.… tandis qu'à l'inverse, les demi-couples sont liés au bordé, à partir du ribord, par une alternance de deux points d'assemblage par ligatures internes, une gournable simple, deux

points d'assemblage par ligatures internes *etc*.… Cette alternance, à la fois dans le sens transversal et à la fois dans le sens longitudinal, de deux éléments d'assemblage (ligatures ou gournables simples) suivis d'un seul (gournable simple ou ligature), produit ainsi un schéma global en quinconce. À partir de la huitième virure, en revanche, l'alternance reviendrait vraisemblablement à un rythme simple, comme pour le schéma classique décrit plus haut (tableau D et fig. 114, schéma 5). Pour **l'épave du Cap del Vol**, les demi-couples seraient vraisemblablement assemblés au bordé au moyen de clous en fer enfoncés à partir de l'extérieur, tandis que les varangues seraient fixées, selon le schéma classique, par une alternance, au niveau de chaque virure, d'un point d'assemblage par ligatures internes, une gournable simple, un point d'assemblage par ligatures internes *etc*.… (tableau D et fig. 114, schéma 6).

Au total, on compte donc six schémas différents d'assemblage de la membrure au bordé pour le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à des gournables simples, voire également à des clous, le plus courant étant celui faisant appel à une alternance simple de points de ligatures internes et de gournables simples (schéma 2). Les autres schémas sont, pour la plupart, des variantes de celui-ci avec notamment, pour les schémas les plus proches, l'utilisation de clous venant renforcer le système d'assemblage (schéma 3 et 4), ou avec un rythme différent dans l'alternance des points de ligatures et des gournables simples (schéma 5). Seuls les schémas 1 et 6 s'éloignent davantage du schéma classique avec, pour le premier, une succession unique de points d'assemblage par ligatures internes et, pour le sixième, le recours exclusif à des clous pour l'assemblage des demi-couples tandis que les varangues sont fixées selon une alternance basique de points de ligatures et de gournables simples.

Il faut également rajouter que ce système d'assemblage mixte, employé pour la fixation de la membrure au bordé, peut également être employé pour la liaison de pièces de superstructure. On le retrouve ainsi employé sur une pièce de superstructure isolée du **navire punique de Marsala**, daté du milieu du III^{e} s. av. Les points d'assemblage par ligatures sont alors ici mis en alternance avec des clous (fig. 85c). On le retrouve également employé pour la liaison d'une pièce de superstructure sur **le navire de Cavalière** (fig. 89h).

4. Conclusion

Au total, deux systèmes d'assemblage par ligatures peuvent être différenciés pour la liaison des membrures au bordé : le système d'assemblage par ligatures externes et le système d'assemblage par ligatures internes, selon que les points de ligatures mis en œuvre sont effectués extérieurement aux pièces de membrure ou sont passés intérieurement, à mi-bois, dans la hauteur des membrures. Deux systèmes d'assemblage

mixtes, associant pour le premier des points de ligatures externes à des gournables et pour le second des points de ligatures internes à des gournables, voire également à des clous, peuvent également être caractérisés.

Le système d'assemblage par ligatures externes et ce que l'on peut appeler sa "variante", c'est-à-dire le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes et des gournables, se rencontrent aussi bien sur des navires égyptiens, que sur des navires phéniciens, de même que sur l'ensemble des bateaux cousus grecs archaïques et enfin sur un bateau "cousu" de l'époque romaine découvert en Adriatique. Il s'agit donc de systèmes d'assemblage fréquemment utilisés. Le principe d'assemblage, à quelques variations près (étanchéité, installation ou non du point d'assemblage au niveau d'un joint de virure), est bien souvent toujours le même. Néanmoins, on remarque que c'est sur les navires dont la membrure est assemblée uniquement au moyen de points de ligatures externes que la forme des membrures est aménagée, avec des angles arrondis, pour éviter le cisaillement des ligatures, la morphologie des bateaux cousus grecs archaïques étant la plus aboutie d'entre toutes puisqu'elle permet également un meilleur serrage des liens. À l'inverse, les membrures des bateaux assemblées à la fois par des ligatures externes et à la fois par des gournables présentent rarement un aménagement de leur forme permettant d'éviter le cisaillement des ligatures. Il n'empêche qu'il paraît probable que le système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures externes et des gournables, devait se révéler plus efficace que le système d'assemblage réalisé uniquement par des points de ligatures. C'est ce que nous verrons dans le chapitre suivant avec l'analyse de ces systèmes d'assemblage.

Le système d'assemblage par ligatures internes et sa "variante", le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes et des gournables, voire aussi des clous, se rencontrent, pour les époques les plus anciennes, sur deux bateaux grecs, l'un daté de la période archaïque (pour l'assemblage d'une pièce interprété comme étant un couple de revers) et l'autre daté de la période hellénistique (pour l'assemblage de l'ensemble de sa membrure). On le retrouve aussi sur un navire punique et un navire romain pour la liaison d'une pièce de superstructure. Mais c'est surtout sur une série de navires et de bateaux romains que l'on retrouve essentiellement employé le système d'assemblage mixte pour la liaison de l'ensemble de la membrure au bordé. Dans ce système, les points d'assemblage par ligatures internes sont le plus souvent mis en alternance avec des gournables, des clous venant également quelquefois renforcer cet assemblage, selon des schémas qui peuvent varier d'un navire à l'autre. En relation avec ce système d'assemblage, aucune forme ou courbe précise n'est requise pour la morphologie des membrures qui sont, le plus souvent, de section quadrangulaire.

C. Synthèse. Caractérisation des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés pour l'ensemble de la coque dans la construction navale antique ou les diverses combinaisons possibles entre les divers systèmes d'assemblage employés pour le bordé et les divers systèmes d'assemblage employés pour la liaison de la membrure au bordé

À partir de la caractérisation des divers systèmes d'assemblage par ligatures existants dans la construction navale antique, d'un côté pour le bordé et de l'autre pour la membrure, il est maintenant intéressant de voir les diverses combinaisons que peuvent former ces différents systèmes entre eux et de voir également qu'un système d'assemblage par ligatures employé pour le montage du bordé peut être associé à une membrure fixée au bordé au moyen d'un système non ligaturé et, inversement, qu'un bordé non assemblé par des ligatures peut être associée à une membrure "cousue". Le croisement de ces données permet ainsi d'obtenir neuf combinaisons de systèmes possibles dans lesquels interviennent activement, et dès l'origine, l'assemblage par ligatures pour la construction d'un bateau dans l'Antiquité (tableau E). Ces combinaisons sont, par ordre d'apparition chronologique dans le temps[950] :

<u>1ère combinaison : Système d'assemblage par ligatures transversales pour le bordé associé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure</u>

Cette combinaison des systèmes est représentée uniquement par **le navire égyptien de Chéops**, daté aux alentours de 2650 av. J.-C. Il faut rajouter que, pour l'assemblage de ses bordés, le navire de Chéops présente également, associés aux bandes de ligatures transversales, des éléments de pré-assemblage (tenons non chevillés et points de ligatures indépendants) qui, une fois le bordé monté, jouent alors un rôle indirect dans le système d'assemblage du bordé, les tenons en empêchant le cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles et les points de ligatures indépendants en renforçant certaines zones de la coque, notamment les extrémités, soumises à de fortes tensions ou de fortes pressions. Quant au système d'assemblage par ligatures externes pour la fixation de la membrure au bordé, celui-ci consiste en trois points de ligatures disposés au centre et aux extrémités des varangues et passant aux travers d'évidements creusés dans l'épaisseur

[950] Dans la mesure où ils ne présentent pas de membrure, **le bateau égyptien de la flotte n°10 d'Abydos** ainsi que **les barques égyptiennes de Dahchour** ne sont ici pas pris en compte dans ce classement. Pour rappel, le bordé du **bateau d'Abydos** est assemblé uniquement au moyen de ligatures, selon un système d'assemblage transversal tandis que les bordés des **barques de Dahchour** sont assemblés au moyen d'un système d'assemblage mixte associant des points d'assemblage par ligatures indépendants pour chaque assemblage des virures ainsi que pour les extrémités à un assemblage par tenons et mortaises non chevillés.

des virures, sans pour autant ressortir sur la face externe du bordé, expliquant ainsi l'absence de petites chevilles dans les canaux de passage pour en assurer l'étanchéité.

2ème combinaison : Système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé associé à un système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures externes et des gournables, pour la membrure

Cette combinaison des systèmes se rencontre uniquement sur **le navire égyptien de Licht** daté des alentours de 1950 av. J.-C. Le système d'assemblage mixte du bordé associe ici un ensemble de tenons insérés dans des mortaises et bloqués par des petites cales introduites parallèlement aux tenons à des points de ligatures indépendants, les tenons assemblant l'essentiel du bordé tandis que les ligatures n'étant vraisemblablement utilisées que de manière ponctuelle, en renfort de zones délicates, notamment au niveau des extrémités. Quant à la membrure, elle est fixée au bordé au moyen de trois grosses gournables, vraisemblablement associées à quatre points de ligatures externes passant au travers de mortaises percées dans la largeur des membrures et dans des évidements percés dans l'épaisseur du bordé correspondant.

3ème combinaison : Système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé associé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure

Cette combinaison se rencontre uniquement sur les navires d'origine phénicienne ***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2***, datés de la seconde moitié du VIIe s. av. J.-C. Les assemblages par ligatures de la membrure sont réalisés, dans ce système, par des points de ligatures externes passés sur le dos des membrures, au niveau des joints de virure, et au travers d'évidements percés dans l'épaisseur des deux virures adjacentes correspondantes mais ne ressortant vraisemblablement pas sur la face externe du bordé, expliquant ainsi l'absence de petites chevilles dans les canaux de passage pour en assurer l'étanchéité.

4ème combinaison : Système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé associé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure

Cette combinaison est caractéristique des bateaux et des navires grecs datés de l'époque archaïque. Il s'agit des **navires de Giglio** (580) et de **Cala Sant Vicenç** (derniers tiers du VIe s. av. J.-C.) ainsi que des grandes barques ***Bon Porté 1*** (540-510) et ***Jules-Verne 9*** (525-510). Concernant l'assemblage des bordés de ces embarcations, il faut mentionner la présence d'éléments de pré-assemblage (chevilles ou tenons) qui, une fois le montage réalisé, jouent alors un rôle dans le système d'assemblage en empêchant le cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles. Il faut également rajouter, pour l'assemblage de la membrure de ***Jules-Verne 9***, la présence singulière d'une pièce de membrure, interprétée comme pouvant être un couple de revers, assemblé non pas au moyen de points de ligatures externes, comme c'est le cas pour tous ces bateaux, mais par

des points de ligatures internes alternés avec des gournables simples. Pour ce qui est de l'étanchéité, celle-ci est assurée, dans cette combinaison, par la mise en place de rouleaux d'étanchéité sur les joints de virures avant le passage de la ligature ainsi que par des petites chevilles qui, venant bloquer la ligature dans ses canaux de passage, à la fois ceux destinés à l'assemblage du bordé et ceux destinés à l'assemblage de la membrure, renforcent l'étanchéité du système. Finalement, une fois les assemblages réalisés, une couche de poix ou de résine était répandue sur tout l'intérieur de la coque, imbibant ainsi les ligatures, gorgeant les rouleaux d'étanchéité et colmatant enfin les évidements de passage, renforçant de ce fait l'imperméabilisation du système.

5ème combinaison : Système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé associé à un système d'assemblage autre que la ligature pour la membrure

Cette combinaison, dans laquelle le bordé est également monté par un système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active à une membrure non "cousue", se rencontre uniquement sur des navires et des bateaux grecs de l'époque archaïque et classique, à savoir ***Jules-Verne 7*** (525-510), ***César 1*** (525-510), ***Grand Ribaud F*** (515-470), ***Gela 1*** (500-480) et ***Ma'agan Mikhael*** (400). Le système d'assemblage mixte du bordé associe ici un assemblage essentiellement réalisé au moyen de tenons et mortaises chevillés, mis en alternance pour le navire ***Gela 1*** avec des chevilles horizontales, à un assemblage par ligatures employé de façon partielle et dans des zones très précises de la coque. Pour les navires ***Jules-Verne 7***, ***César 1*** et ***Grand Ribaud F***, il s'agit des extrémités que les ligatures viennent directement fermer. Pour le navire ***Ma'agan Mikhael***, il s'agit également des extrémités, mais ici, l'assemblage par ligatures vient en réalité doubler un assemblage par tenons et mortaises déjà en place. Enfin, pour le navire ***Gela 1***, il s'agit de la quille et des trois premières virures qui sont assemblées entre elles au moyen de ligatures, tandis que le reste du bordé est assemblé par tenons et mortaises, en alternance avec des chevilles horizontales. Pour l'ensemble de ces navires, le système d'assemblage par ligatures employé est celui longitudinal que l'on retrouve dans les autres navires grecs de l'époque archaïque. À l'exception du navire ***Ma'agan Mikhael***, pour lequel l'assemblage par ligatures vient doubler un assemblage par tenons et mortaises, des chevilles de pré-assemblage sont également employées. L'emploi et la distribution des assemblages par ligatures dans ces navires s'expliquent par l'introduction récente, dans la construction navale antique de tradition grecque, du système d'assemblage par tenons et mortaises. Les constructeurs grecs n'ayant pas encore la maîtrise de ce nouveau système, ils ont ainsi recours au système d'assemblage "archaïque" par ligatures qu'ils maîtrisent en revanche parfaitement pour assembler les zones difficiles de la coque où les efforts sont les plus grands, à savoir les extrémités et les fonds de carène.

Pour ce qui est de la fixation de la membrure au bordé sur ces navires, celle-ci est réalisée au moyen de clous, le navire ***Jules-Verne 7*** présentant en plus, pour la liaison de ses couples de revers dans les parties hautes du bordé, un assemblage par des gournables et des points de ligatures externes pour les pieds des couples.
Ce système d'assemblage mixte pour le bordé associé à une membrure non "cousue", à l'exception de quelques points de ligatures pour les couples de revers de ***Jules-Verne 7***, correspond à un stade d'évolution avec l'adoption, pour le bordé, du système d'assemblage par tenons et mortaises au détriment du système d'assemblage par ligatures, qui n'est plus guère utilisé, même pour la fixation des membrures au bordé. L'ensemble de ces navires correspond donc, au sein de cette évolution, à des navires témoins de transition sur lesquels nous reviendrons dans la quatrième partie de cette étude (cf. *infra*, p. 631).

6ème combinaison : Système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé associé à un système d'assemblage par ligatures internes pour la membrure

Cette combinaison se rencontre uniquement sur le navire d'origine grecque hellénistique ***La Tour Fondue***, daté de la seconde moitié du IIIe s. av. J.-C. L'étanchéité, dans ce système, est assurée par l'insertion des chevilles de blocage des ligatures qui remplissent la hauteur des évidements cylindriques, associées au comblement des gorges qui relient les paires d'évidements cylindriques, à la fois sur le dos des membrures et à la fois sur la face externe du bordé, par une couche de poix protégeant ainsi la ligature du milieu extérieur.

7ème combinaison : Système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé associé à un système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures internes à des gournables, voire à des clous, pour la membrure

Cette combinaison est caractéristique d'une série de navires et de bateaux romains datés du IIe s. av. au Ier s. apr. J.-C. et découverts uniquement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, à savoir ***La Roche Fouras*** (2nde moitié du IIe ou déb. du Ier s. av. J.-C.), ***Cavalière*** (vers 100 av. J.-C.), ***Dramont C*** (1ère moitié du Ier s. av. J.-C.), ***Plane 1*** (milieu du Ier s. av. J.-C.), ***Cap Béar 3*** (3ème quart du Ier s. av. J.-C.), ***Cap del Vol*** (fin du Ier s. av. J.-C. – déb. du Ier s. apr. J.-C.), ***SM2*** (1ère moitié du Ier s. apr. J.-C.), ***Barthélemy B*** (2nd quart du Ier s. apr. J.-C.), ***SM24*** (40-75 apr. J.-C.), ***Baie de l'Amitié*** (2nde moitié du Ier s. apr. J.-C.) et ***Port la Nautique*** (fin du Ier s. av. J.-C. - aux env. de 70 apr. J.-C. ?). Sur tous ces bateaux, les points de ligatures internes d'assemblage de la membrure au bordé alternent, au niveau de chaque virure, avec d'autres éléments d'assemblage, essentiellement des gournables, selon des schémas qui varient d'un navire à l'autre, le plus commun étant celui qui alterne un point de ligature interne et une gournable simple. L'étanchéité du système, comme dans la combinaison n°6, est assurée par les chevilles de blocage des ligatures, qui remplissent la hauteur des évidements cylindriques, ainsi que

par le comblement des gorges, qui relient les paires d'évidements cylindriques, à la fois sur le dos des membrures et à la fois sur la face externe du bordé, par une couche de poix protégeant ainsi la ligature du milieu extérieur.

8ème combinaison : Système d'assemblage mixte pour le bordé faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé associé à un système d'assemblage mixte, alternant des points de ligatures externes à des gournables, pour la membrure

Cette combinaison se rencontre uniquement sur **le navire romain de Comacchio**, daté du dernier quart du Ier s. av. J.-C. Pour le bordé, le système d'assemblage par ligatures longitudinales, associé à aucun élément de pré-assemblage, est employé pour le montage du bordé correspondant aux œuvres vives, tandis que les parties hautes sont assemblées au moyen de tenons et mortaises chevillés. La membrure, quant à elle, est assemblée par des points de ligatures externes, prenant toujours appui sur deux virures adjacentes, associés à des gournables implantées toutes les deux virures, à l'exception de la virure centrale. L'étanchéité, dans ce système, est assurée par des rouleaux de tissus remplis de végétaux disposés sur les joints de virures avant le passage de la ligature ainsi que par les petites chevilles enfoncées dans les canaux de passage de la ligature du bordé ; les évidements creusés pour le passage de la ligature de la membrure ne ressortant pas sur la face externe du bordé, l'emploi de chevilles n'était, dans ce cas, pas nécessaire. Une couche de poix, répandue sur tout l'intérieur du bordé, imbibant les ligatures, gorgeant les rouleaux et obturant les canaux de passage, complétait l'imperméabilisation du système.

9ème combinaison : Système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé associé à un système d'assemblage autre que la ligature pour la membrure

Cette combinaison se rencontre uniquement sur des embarcations de l'époque romaine retrouvées en Adriatique. Il s'agit **du chaland de Ljubljana**, daté de la seconde moitié du IIe s. av. J.-C. et découvert en réalité au nord de la région Adriatique, en Slovénie actuelle ; des petits navires de Nin, ***Nin 1*** et ***Nin 2***, datés de la fin de la première moitié du Ier apr. J.-C. et découverts sur la rive orientale de l'Adriatique, sur la côte dalmate ; et enfin, **des barques de Cervia et de Pomposa**, datées respectivement du IVe s. ou, au plus tard, du VIIe s. pour la première et possiblement du XIe s. pour la seconde, découvertes dans la région du delta du Pô. Sur toutes ces embarcations, le système d'assemblage par ligatures longitudinales, employé pour le montage du bordé, n'est pas associé à des éléments de pré-assemblage, seul **le chaland de Ljubljana** présentant des chevilles ou des tenons de pré-assemblage pour le montage de ses flancs. Par ailleurs, l'assemblage des membrures, puisqu'elles ne sont pas fixées au bordé au moyen de ligatures, est assuré soit par des gournables (***Nin 1***, ***Nin 2***, ***Cervia***, ***Pomposa***), soit par des gournables et des clous (***Ljubljana***). Sur toutes ces embarcations, l'étanchéité est pareillement assurée soit par des rouleaux de tissus remplis de végétaux (***Ljubljana***, ***Cervia***, ***Pomposa***) soit par des tiges

végétales tenant en place un matériau d'étanchéité (***Nin 1***, ***Nin 2***) disposés le long des joints de virures avant le passage des ligatures. Elle est également complétée par l'insertion de petites chevilles dans les canaux de passage des ligatures qui, en plus de tenir en place la ligature, obturent les évidements, ainsi que par la répartition d'une couche de poix sur tout l'intérieur du bordé, permettant d'imbiber les liens, gorger les rouleaux et les tiges végétales et de colmater les canaux de passage des ligatures.

D. Conclusion

La mise en relation des divers systèmes d'assemblage par ligatures du bordé avec les divers systèmes d'assemblage de la membrure existants et inversement, la mise en relation des divers systèmes d'assemblage par ligatures de la membrure avec les divers systèmes d'assemblage du bordé existants montrent qu'il existe plusieurs combinaisons, très peu, au final, présentant exclusivement des systèmes d'assemblage par ligatures pour la construction de l'ensemble d'un bateau. Sur neuf combinaisons identifiées, deux seulement renvoient en effet à des bateaux entièrement assemblés au moyen de ligatures. Il s'agit des combinaisons 1 et 4 qui correspondent, pour la première, à un navire égyptien daté du milieu du III^{ème} millénaire, et pour la seconde, à des navires et des bateaux grecs de l'époque archaïque. Bien qu'au système d'assemblage du bordé de ces navires soit associés des éléments de pré-assemblage qui ne soient pas ligaturés (tenons ou chevilles), on peut estimer, dans la mesure où ces éléments n'ont pas un rôle actif dans le système d'assemblage, que ces navires sont les seuls à pouvoir être véritablement qualifiés de "cousus". Les bateaux des autres combinaisons présentent en effet des systèmes d'assemblage mixtes dans lesquels les assemblages par ligatures interviennent soit de façon prépondérante (combinaisons n° 3, 6, 7, 8 et 9), soit de façon secondaire (combinaisons n°2 et 5), mais dans tous les cas, pas de façon exclusive. Ces bateaux, à assemblages mixtes, ne peuvent donc pas précisément être qualifiés de "cousus", lequel qualificatif doit, me semble-t-il, être réservé pour les bateaux entièrement assemblés au moyen de ligatures, et doivent plutôt être désignés, et de manière simple, par les assemblages les caractérisant. Selon ce raisonnement, je propose donc de parler :

- pour les combinaisons n°1 et 4, de **« bateaux cousus »**[951] ;
- pour les combinaisons n°2 et 8, de **« bateaux bordé monté par un assemblage mixte associé à une membrure fixée au bordé également par un assemblage mixte**[952] **»** ;

[951] **Le bateau de la fosse n°10 d'Abydos**, dont le bordé est assemblé au moyen de ligatures et qui ne possède pas de membrure, peut, de la même façon, être qualifié de « bateau cousu ».

[952] Dans ce système de combinaison, les assemblages mixtes du bordé renvoient à un système associant des assemblages par ligatures à des assemblages par tenons et mortaises tandis que les assemblages mixtes de la membrure renvoient à un système associant des assemblages par ligatures (externes ou internes) à des assemblages par chevillages et/ou clouage.

- pour les combinaisons n°3 et 6, de **« bateaux bordé assemblé par tenons et mortaises chevillés associé à une membrure cousue »** ;
- pour la combinaison n°5, de **« bateaux bordé monté par un assemblage mixte associé à une membrure fixée au bordé par clouage et/ou chevillage »** ;
- pour la combinaison n°7, de **« bateaux bordé assemblé par tenons et mortaises associé à une membrure fixée au bordé par un assemblage mixte »** ;
- pour la combinaison n°9, de **« bateaux bordé cousu associé à une membrure fixée au bordé par chevillage ou clouage »**.

Ne sont pas pris en compte, dans ces dénominations, les bateaux ne présentant comme éléments de ligatures que des points de réparations intervenus après un assemblage original. C'est le cas, par exemple, du **bateau C de Pise** (Italie, déb. du I^{er} s. apr. J.-C.) ou du navire ***Jeaume-Garde B*** (France, déb. du I^{er} s. av. J.-C.) qui ne peuvent en aucun cas être considérés comme des bateaux assemblés au moyen de ligatures. Ils représentent néanmoins des preuves de la pérennité des assemblages par ligatures dans des contextes donnés et seront, dans cette perspective, pris en compte dans la quatrième partie de cette étude.

Dans cette répartition des épaves en fonction de leurs assemblages, il est par ailleurs important de souligner que si certaines de ces combinaisons sont attestées par plusieurs exemples archéologiques – c'est le cas des combinaisons n° 4, 5, 7 et 9 – d'autres ne sont en revanche attestés que par un seul cas (combinaisons n°1, 2, 3, 6 et 8). Il existe donc des combinaisons des systèmes d'assemblage, ayant notamment recours aux assemblages par ligatures, que l'on peut qualifier de "dominantes" au sein de la construction navale antique.

Les systèmes d'assemblage par ligatures, dans la construction navale antique, ayant été caractérisés et mis en relation entre eux, il faut à présent rentrer davantage dans le détail et caractériser les techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre au sein de ces systèmes.

II. Caractérisation des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne

Au sein des divers systèmes d'assemblage par ligatures, différentes techniques d'assemblage peuvent être mises en œuvre. Celles mises en œuvre dans les assemblages du bordé vont d'abord être caractérisées avant que ne soit identifiées et détaillées celles mises en œuvre dans les assemblages de la membrure.

A. Pour le bordé

Les différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre pour le montage du bordé peuvent être caractérisées, et donc définies, selon plusieurs critères :

1) la présence ou non de tracés pour repérer l'emplacement des différents éléments d'assemblage (éléments de pré-assemblage et canaux de passages)[953] ;
2) la présence ou non d'éléments de pré-assemblage pour le montage et la mise en forme des bordés ;
3) le type d'évidement percé pour le passage de la ligature, à savoir sa forme (mortaise, canal oblique ou vertical *etc*.…) et s'il ressort ou non sur la face externe du bordé ;
4) le mode de passage des ligatures, s'il s'agit de points de ligatures indépendants ou d'un passage continu d'une ligature au travers des évidements avec, dans ce cas, le "dessin" obtenu par le passage des ligatures sur la face interne du bordé (croix, zigzags *etc*...) et le nombre de "transfilages", c'est-à-dire le nombre d'allers et retours effectué par la ligature entre le départ et l'extrémité de la portion de bordé assemblée ;
5) l'emploi ou non de petites chevilles de blocage insérées dans les canaux après le passage de la ligature ;
6) la nature des matériaux employés pour réaliser les assemblages (éléments de pré-assemblage, ligatures, rouleaux d'étanchéité et petites chevilles de blocage) et type de ligature employé (tresse, torsade, diamètre etc..).

En fonction de ces critères, il est possible de caractériser, à partir de l'étude des sources archéologiques, six techniques d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé entre elles.

[953] Il faut cependant souligner que ce genre d'observation est malheureusement encore trop rarement effectué lors de la fouille et de l'étude des vestiges architecturaux d'une épave.

1. La technique d'assemblage par des ligatures transversales passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage ni petites chevilles de blocage

On rencontre cette technique d'assemblage, consistant à passer des ligatures transversales de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage associés ni petites chevilles de blocage, employée dans le système d'assemblage par ligatures transversales.

Retrouvée employée uniquement sur la coque du **bateau égyptien de la fosse n°10 d'Abydos** (vers 3000 av. J.-C.), cette technique consiste à creuser, à mi-épaisseur à partir de la ligne centrale de la face interne des virures et ressortant sur les cans des pièces, des mortaises obliques ou en forme de L ouverts, de largeur importante (7,5 cm), et peu espacées entre elles. Au travers de ces mortaises disposées en vis-à-vis d'une virure à l'autre, ce sont, non pas véritablement des ligatures, mais bien plutôt des bandes faites de fibres végétales tressées ensemble qui sont passées d'une virure à l'autre, dans le sens transversal. Chaque bande n'effectue vraisemblablement qu'un seul passage, d'un bord à l'autre de la coque. En relation avec l'étanchéité du système d'assemblage assuré par la disposition de liasses de roseaux entre les virures et tenues en place par des lattes en bois de section semi-circulaire disposées sur les joints de virures, les bandes végétales enserrent également ces lattes, les maintenant ainsi en place. En retour, les lattes assurent également un meilleur serrage des bandes d'assemblage tout en atténuant les risques de cisaillement en réduisant l'angle de contact des bandes avec les bords des mortaises à leur entrée, comme à leur sortie. Toujours concernant l'étanchéité, les mortaises de passage des bandes végétales ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé, aucun élément ou matériau n'est nécessaire pour venir obturer ces évidements (fig. 115).

Sur le bateau d'Abydos, aucun tracé préliminaire destiné à marquer les emplacements des mortaises destinées au passage des ligatures n'a été repéré tandis que le matériau végétal employé pour la réalisation des bandes d'assemblage n'a pas été identifié.

2. La technique d'assemblage par des ligatures transversales passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, en association

avec des éléments pré-assemblage mais sans petites chevilles de blocage

On rencontre cette technique d'assemblage, consistant à passer des ligatures transversales de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage mais sans petites chevilles de blocage, employée également dans le système d'assemblage par ligatures transversales.

Retrouvée employée uniquement dans la coque du **navire égyptien de Chéops** (vers 2650 av. J.-C.), cette technique d'assemblage est relativement similaire à la précédente avec, en plus, l'emploi d'éléments de pré-assemblage. Ces éléments consistent en des tenons et des points de ligatures indépendants permettant le pré-assemblage des bordés, c'est-à-dire leur mise en place et en forme avant leur assemblage effectif au moyen des ligatures continues. Les tenons employés comme éléments de pré-assemblage sont de trois types : il s'agit, pour le premier, de tenons insérés dans des mortaises creusées parallèlement au fil du bois dans le centre des cans des bordages (fig. 67j), pour le deuxième type, de tenons insérés dans des mortaises creusées perpendiculairement au can du bordage, c'est-à-dire en travers du fil du bois (fig. 67j) et pour le troisième type, de tenons plus petits disposés sur les extrémités des bordages et insérés dans des mortaises ouvertes sur un des cans des bordages à assembler (fig. 67k). Ces tenons avaient vraisemblablement pour fonction, au moment du montage, de tenir en place les bordages dans le bon alignement, et notamment dans un plan longitudinal pour le troisième type, avant de procéder à leur assemblage réel au moyen de ligatures. Au côté de ces tenons, les points de ligatures indépendants sont passés par des canaux percés par groupe de deux ou trois dans l'épaisseur du bordé, à partir de l'intérieur, et ne ressortent pas sur l'extérieur. Ces points d'assemblage sont dispersés dans l'ensemble de la coque, en particulier aux extrémités et sur les flancs. Ils sont employés conjointement avec les tenons et permettent également de maintenir les bordages en place et en forme avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures continues. Ces ligatures sont passées transversalement, et sur un seul "transfilage", d'un bord à l'autre de la coque, par groupe de quatre ou cinq, au travers de larges mortaises (7 cm de large sur 2 cm d'épaisseur) percées de manière oblique, selon un angle de 45°, sur les cans des virures à partir de la face interne des bordés. Les mortaises ainsi creusées ne ressortent pas sur la face externe du bordé et présentent, une fois disposées en vis-à-vis avec le pré-assemblage des pièces, une forme en V caractéristique. Ces mortaises sont faiblement espacées les unes des autres dans le plan longitudinal (tous les 25 cm) et le passage des ensembles de ligatures sanglent ainsi véritablement la coque dans le plan transversal. En relation avec l'étanchéité du système d'assemblage, les ensembles de ligatures enserrent des lattes en bois de section semi-circulaire disposées sur

les joints de virures et qui maintenaient en place un matériau d'étanchéité, probablement d'origine végétale comme sur le bateau d'Abydos. Ces lattes permettent, en retour, un meilleur serrage des liens tout en atténuant également leurs risques de cisaillement en réduisant leur angle de contact avec les bords des mortaises, à leur entrée comme à leur sortie. Par ailleurs, de même que sur le bateau d'Abydos, les mortaises ne ressortant pas sur la face externe du bordé, aucun élément ou matériau n'était nécessaire pour venir les obturer après le passage des ligatures (fig. 116).

Concernant d'éventuels tracés destinés à marquer l'emplacement des éléments de pré-assemblage et des mortaises à creuser, s'il est certain que des marques de charpentier ont été retrouvées dans l'ensemble de la coque, on ne sait pas en revanche si ces marques servaient seulement à guider la construction du bateau, en indiquant le positionnement des divers éléments de structure dans la coque, ou si elles servaient également de repères pour les assemblages.

Quant au matériau et au type de ligatures employés pour les assemblages, il s'agissait de liens constitués de trois brins, visiblement torsadés ensemble et non tressés, en *Desmostachya bipinnata* – improprement appelé alfa (cf. *infra* chap. 2, p. 574) – avec des diamètres différents de 1, 1,5 et 2 cm, tandis que les tenons de pré-assemblage ont été débités dans des planches en cèdre.

3. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à passer des ligatures longitudinales de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe du bordé, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage, est à mettre en relation avec le système d'assemblage par ligatures longitudinales mais également avec le système d'assemblage mixte faisant intervenir l'assemblage par ligatures selon un système longitudinal.

Cette technique, dont les tétraèdres représentent la particularité essentielle, se rencontre employée uniquement dans les bateaux de tradition grecque, qu'ils soient datés de l'époque archaïque ou classique, et que l'on retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée. Il s'agit, pour les navires et bateaux grecs archaïques présentant un système d'assemblage par ligatures longitudinales, des épaves de **Giglio** (Italie, 580), ***Bon Porté 1***

(France, 540-510), ***Cala Sant Vicenç*** (Espagne, derniers tiers du VI^e^ s. av. J.-C.), ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510) et ***Pabuç Burnu*** (Turquie, fin du VI^e^ s. av. J.-C.). Pour les navires et bateaux grecs archaïques et classiques présentant un système d'assemblage mixte de leur bordé faisant intervenir l'assemblage par ligatures selon un système longitudinal, il s'agit des épaves ***Jules-Verne 7*** (France, 525-510), ***César 1*** (France, 525-510), ***Grand Ribaud F*** (France, 515-470), ***Gela 1*** (Sicile, 500-480), ***Gela 2*** (Sicile, 450-480) et ***Ma'agan Michael*** (Israël, 400).

Sur tous ces bateaux, pour lesquels l'épave ***Jules-Verne 9*** nous fournit le meilleur exemple, l'assemblage est toujours réalisé de la manière suivante. Des éléments de pré-assemblage, que ce soit des chevilles ou des tenons, ou le recours simultané aux deux, sont insérés à intervalles réguliers, selon un écartement qui varie suivant les bateaux de 15 à 25 cm, dans les faces latérales de la quille et dans les cans des virures afin de les maintenir en place et en forme avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures[954] (tableau F). Celles-ci sont passées au travers d'évidements tétraédriques de 1,3 à 1,9 cm de côté percés sur les bords des virures, à intervalles réguliers, tous les 2,5 à 6 cm selon les bateaux, et à partir desquels prennent naissance des canaux obliques aboutissant sur l'angle inférieur des cans des pièces. Les ligatures effectuent, à travers les évidements tétraédriques et les canaux disposés en vis-à-vis d'une virure l'autre, formant ainsi en coupe des canaux de passage en forme de V, plusieurs allers-retours, ou "transfilages", d'une extrémité à l'autre de la coque pour l'assemblage de deux virures adjacentes. Le mode de passage de la ligature correspond à ce que les couturières appellent des « points de croix » que séparent des passages verticaux et vient ainsi dessiner, sur la face interne des bordés, une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI). Une fois l'assemblage réalisé, la ligature est également bloquée dans ses canaux de passage par l'insertion de petites chevilles qui participent par ailleurs à l'étanchéité du système d'assemblage. Celle-ci est également assurée par des tissus roulés disposés sur les joints de virures avant le passage de la ligature qui va venir les écraser (fig. 117). Les rouleaux d'étanchéité permettent en retour un meilleur serrage des liens et atténuent également les risques de cisaillement des ligatures en réduisant leur angle de contact avec les bords des tétraèdres situés du côté du joint de virures. L'étanchéité est finalement complétée soit par une épaisse couche de poix (***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Pabuç Burnu***), soit de brai (***Cala Sant Vicenç***, ***Grand Ribaud F***), soit de résine (***Ma'agan Mikhael***) ou encore de cire mélangée

[954] Sur ***Ma'agan Mikhael***, dans la mesure où l'assemblage par ligatures vient doubler et renforcer un assemblage par tenons et mortaises chevillés aux extrémités, la présence supplémentaire d'éléments de pré-assemblage, pour la réalisation du système d'assemblage longitudinal par ligatures, n'était pas nécessaire et ils n'ont donc pas été employés.

à de la résine (***Jules-Verne 9***), répandue sur tout l'intérieur de la coque, imbibant ainsi les ligatures, gorgeant les rouleaux et obstruant les canaux de passage[955].

Pour ce qui est des tracés préparatoires permettant de localiser l'emplacement des éléments d'assemblage, de tels tracés ont été retrouvés, incisés à la pointe sèche, sur l'épave ***Jules-Verne 9***. Ceux-ci marquaient de manière systématique l'emplacement des chevilles horizontales, des évidements tétraédriques et des canaux obliques et permettaient ainsi de guider avec une grande précision le travail du charpentier. À l'exception des points de réparation effectués sur l'épave ***Jules-Verne 7*** qui dénotent un moindre soin, la grande régularité et la grande minutie de ces assemblages par ligatures passant au travers de tétraèdres, observées de manière égale sur l'ensemble des bateaux grecs, laissent penser qu'ils étaient toujours réalisés grâce à des tracés préliminaires identiques.

Concernant les analyses effectuées pour la détermination des matériaux employés pour la réalisation des éléments d'assemblage, celles-ci ont montré l'utilisation d'olivier (***Jules-Verne 9***) ou de saule-blanc (***Grand Ribaud F***) pour la réalisation des chevilles de pré-assemblage, de lin (***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***) et de *Ruscus hypophyllum* ou de *Ruscus hypoglossum* (***Ma'agan Mikhael***) pour les ligatures, également de lin pour les tissus d'étanchéité mis en place sur les bateaux ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** et enfin d'olivier (***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***) de sapin blanc (***Grand Ribaud F***) et de tiges de graminées (***Ma'agan Mikhael***) pour la confection des petites chevilles de blocage. Les types de ligatures mis en œuvre dans les bateaux ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** sont des torons de 1 mm de diamètre pour l'assemblage des bordés et de 2 mm de diamètre pour l'assemblage des membrures tandis que ceux employés dans le navire ***Ma'agan Mikhael*** sont des torons de 3,5 mm de diamètre environ.

4. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à passer des ligatures longitudinales de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe du bordé à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage associés mais avec des petites chevilles de blocage, est à mettre également en relation avec

[955] Ces différentes dénominations (poix, brai, résine *etc*.) reprennent la terminologie donnée par les différents auteurs dans leurs publications, mais les analyses de ces enduits n'ont cependant été réalisées, de manière assurée, que pour les épaves *Jules-Verne 9* et *Ma'agan Mikhael*.

le système d'assemblage par ligatures longitudinales mais aussi avec le système d'assemblage mixte faisant intervenir l'assemblage par ligatures selon un système longitudinal.

Cette technique se rencontre employée uniquement dans des bateaux et des fragments d'embarcations retrouvés en Adriatique, et plus spécifiquement dans la région du delta du Pô, s'inscrivant dans une fourchette chronologique large allant du VI^{e} s. av. J.-C. au XI^{e} s. apr. J.-C. Il s'agit d'un **fragment découvert dans la lagune nord de Venise** (590-470 av. J.-C.), du **navire de Comacchio** (dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.), de **l'épave du Lido de Venise** (I^{er} s. - milieu du II^{e} s. apr. J.-C.), de **l'épave *Corte Cavanella 2*** (débuts du II^{e} s. apr. J.-C.) et des **barques de Cervia** (IV^{e} s., au plus tard VII^{e} s. apr. J.-C.) et de **Pomposa** (XI^{e} s. apr. J.-C. ?).

Sur tous ces bateaux, pour lesquels **l'épave de Comacchio** nous fournit le meilleur exemple, l'assemblage est réalisé de la manière suivante. Aucun élément de pré-assemblage n'est employé dans le montage et la mise en forme des bordés et ceux-ci sont assemblés directement par des ligatures passant au travers de canaux obliques (de 0,8 à 1,5 cm pour des bordés de 2,8 cm d'épaisseur et de 1,6 à 2,8 cm de diamètre pour des bordés de 4,5 cm d'épaisseur) percés régulièrement, tous les 5 à 9 cm environ, le long des bords des faces internes des planches et aboutissant sur les angles inférieurs des cans à des cavités de forme rectangulaire (***Comacchio***) ou trapézoïdale (***Lido de Venise***, ***Cervia***, ***Pomposa***) (tableau G). Les ligatures, passées au travers de ces canaux, effectuent ainsi plusieurs allers-retours, ou "transfilages", d'une extrémité à l'autre de la coque pour l'assemblage de chaque virure à une autre. Seule **l'épave de Comacchio** a conservé parfaitement ses ligatures en place et nous révèle un dessin constitué de croix séparés par des traits verticaux et encadrés possiblement par des traits horizontaux ($\overline{\text{IXIXIXI}}$?). Une fois la ligature en place, celle-ci est bloquée dans ses canaux de passage par l'insertion de petites chevilles qui, en obturant de ce fait les évidements, participent également à l'étanchéité du système. Celle-ci est par ailleurs assurée par les rouleaux de tissus remplis de végétaux disposés sur les joints de virures avant le passage de la ligature qui vient l'écraser. Les rouleaux assurent en retour un meilleur serrage des liens tout en prévenant leurs risques de cisaillement en réduisant leur angle de contact avec les bords des canaux de passage. L'étanchéité est finalement complétée par une épaisse couche de poix ou de résine répandue sur tout l'intérieur de la coque, imbibant ainsi les ligatures, gorgeant les rouleaux et obstruant les canaux de passage ainsi que les gorges creusées sur la face externe du bordé (fig. 118).

En ce qui concerne d'éventuels tracés préparatoires destinés à marquer l'emplacement des éléments d'assemblage, rien de tel n'a été observé sur l'ensemble de

ces épaves. La grande régularité des assemblages enregistrés, notamment sur **le navire de Comacchio**, laisse néanmoins supposer que de tels tracés devaient exister.

Concernant la nature des matériaux des éléments employés pour la réalisation de ces assemblages, les analyses ont révélé l'utilisation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) pour les ligatures du **navire de Comacchio**, de tissus en laine remplis de fibres de tilleul (***Comacchio***) ou de tissus remplis de paille ou d'étoupe (***Pomposa***) pour la réalisation des rouleaux d'étanchéité et enfin l'utilisation de tilleul (***Lido de Venise***), de frêne, ou de cornouiller (***Comacchio***) ou encore de cyprès (***Corte Cavanella 2***) pour la réalisation des petites chevilles de blocage. Quant au type de ligature employé, il semble être constitué, sur **le navire de Comacchio**, d'un toron, de petit diamètre.

5. La technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à passer des ligatures longitudinales de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage associés mais avec des petites chevilles de blocage, est à mettre également en relation avec le système d'assemblage par ligatures longitudinales.

Cette technique se rencontre employée uniquement en Adriatique, plus spécifiquement sur la côte dalmate et au nord de l'Adriatique, en Slovénie actuelle, sur des bateaux datés de l'époque romaine. Il s'agit, en l'occurrence des petits navires de Nin, ***Nin 1*** et ***Nin 2*** (fin de la 1ère moitié du Ier s. apr. J.-C.) et du **chaland de Ljubljana** (2nde moitié du IIe s. av. J.-C.). Sur ces trois bateaux, la technique d'assemblage est la suivante. À l'exception des flancs du **chaland de Ljubljana**, aucun élément de pré-assemblage n'est employé pour le montage et la mise en forme des bordés qui sont directement assemblés au moyen de ligatures. Celles-ci sont passées au travers de canaux verticaux (de 3 à 4 mm de diamètre pour **les navires de Nin**) percés régulièrement (tous les 8 à 10 cm sur **le chaland de Ljubljana** et tous les 2 à 2,5 cm sur **les navires de Nin**) sur les bords des virures et traversant de part en part l'épaisseur du bordé. Sur **le chaland de Ljubljana**, les canaux étant percés de manière décalée d'une virure à l'autre, le passage des ligature, effectuant vraisemblablement un "transfilage" simple, forme, sur la face interne des bordés, un dessin en zigzag (VVVV) tandis que sur **les navires de Nin**, les canaux étant percés dans le même alignement et bien en vis à vis sur les virures adjacentes, le passage

de la ligature, effectuant également un "transfilage" simple, produit le dessin d'un demi épi, avec une succession de traits obliques tous orientés dans le même sens et que les couturières appellent le « point jeté » (///////). Une fois la ligature en place, celle-ci est bloquée dans ses canaux de passage, pour ces deux assemblages, par l'insertion de petites chevilles qui, en obturant les évidements, participent également à l'étanchéité du système. Celle-ci est par ailleurs assurée, sur **le chaland de Ljubljana**, par une bande de tissu roulée et, sur **les navires de Nin**, par une tige végétale maintenant en place un matériau d'étanchéité, toutes deux disposées sur les joints de virures avant le passage des ligatures qui viennent l'écraser. Ces rouleaux d'étanchéité assurent en retour un meilleur serrage des liens tout en prévenant leurs risques de cisaillement en réduisant leur angle de contact avec les bords des canaux de passage. L'étanchéité est finalement complétée par une épaisse couche de poix (***Nin 1*** et ***Nin 2***) ou toute autre résine (***Ljubljana***) répandue sur l'intérieur de la coque, imbibant ainsi les ligatures, gorgeant les rouleaux et obstruant les canaux de passage (tableau H) (fig. 119).

Aucun tracé préparatoire, destiné à marquer l'emplacement des éléments d'assemblage, n'a été repéré sur ces bateaux signifiant soit qu'ils n'ont pas été observés au moment de la fouille, soit que de tels tracés n'ont pas été employés, le perçage vertical des canaux, selon un écartement relativement régulier, devant pouvoir être réalisé simplement à l'œil.

Pour terminer, si l'on sait que les ligatures employées sur ces trois bateaux sont des fibres végétales, aucune analyse n'a été effectuée pour les ligatures du **chaland de Ljubljana** tandis que celles de ***Nin*** pourraient être aussi bien en lin ou en écorce jaune de saule. Aucune autre analyse, concernant les rouleaux d'étanchéité ou les petites chevilles de blocage n'a été réalisée pour ces bateaux. Enfin, on ne connaît pas le type de ligature employé sur **le chaland de Ljubljana** mais on sait, en revanche, qu'il s'agit de trois brins tressés sur **les navires de Nin**.

6. La technique d'assemblage par des points de ligatures indépendants ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé

Cette technique d'assemblage, qui consiste à réaliser des points de ligatures indépendants ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé, est à mettre également en relation avec un système d'assemblage mixte dans lequel l'assemblage par tenons et mortaises est le plus important et l'assemblage par ligatures est secondaire, mais néanmoins réalisé dès l'origine et avec un rôle actif dans le système d'assemblage.

On ne rencontre cette technique d'assemblage de points de ligatures indépendants qu'employée dans des coques de bateaux égyptiens datant du début du II^{ème} millénaire av. notre ère, en l'occurrence, **le navire présumé de Licht** (Basse Égypte, vers 1950) et **les barques de Dahchour** (Basse Égypte, vers 1850). La technique de réalisation des points d'assemblage par ligatures, sur le premier navire, est néanmoins différente que celle mise en œuvre sur les barques de Dahchour.

Sur **le navire de Licht**, les points de ligatures sont réalisés au moyen de bandes végétales passées au travers de mortaises de 6,5 à 9,5 cm de longueur et de 1 cm de largeur creusées en forme de L dans l'épaisseur du bordé, sur une profondeur de 5 cm ; l'angle de 90° formé par le L permettait ainsi à la mortaise de rejoindre la face interne des bordages à leurs cans. Mis en vis-à-vis, les mortaises des bordages adjacents forment donc un demi-rectangle couché (⊔) au travers duquel est passée une bande, en un point unitaire (fig. 68i). Ces bandes sont composées de fibres végétales, probablement en *Desmostachya bipinnata*, improprement appelé alfa (cf. *infra* chap. 2, p. 574) avec quinze brins tissés entre eux pour former des largeurs de 6,5 à 9,5 cm.

Sur **les barques de Dahchour**, la restitution des assemblages par des points de ligatures indépendants présente une réalisation au moyen de ligatures simples passant transversalement par une série de trois mortaises : une mortaise ouverte, de forme globalement quadrangulaire, creusée transversalement au joint de virure et encadrée par deux mortaises globalement ovales (4,8 × 1,3 × 0,6 cm) creusées dans la face interne du bordé sur 2 cm de profondeur et formant une section en U (fig. 69f). Le matériau et le type de ligature employé n'a pu être identifié sur les barques de Dahchour puisqu'elles n'étaient plus en place au moment de leur étude.

Dans **le navire de Licht**, comme dans **les barques de Dahchour**, aucun tracé préliminaire ne vient marquer la position de ces points d'assemblage, qui devaient probablement être positionnés dans la coque d'après l'expérience des charpentiers. De même, aucun système d'étanchéité particulier n'était nécessaire, en relation avec ces points d'assemblage, puisque les mortaises de passage des ligatures ne ressortaient pas sur l'extérieur du bordé.

7. Résumé des différentes techniques d'assemblage par ligatures employées dans la construction navale antique pour l'assemblage des virures

En résumé, en relation avec les systèmes d'assemblage par ligatures du bordé dans la construction navale antique, six techniques d'assemblage ont pu être mis en évidence :

- Deux correspondent au système d'assemblage par ligatures transversales. Il s'agit des techniques d'assemblage par des ligatures transversales passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage associés pour la première technique, et avec des éléments de pré-assemblage pour la seconde (tenons et points de ligatures), mais sans petites chevilles de blocage dans les deux cas (fig. 115 et fig. 116). Ces techniques, en relation étroite avec le système d'assemblage transversal, ne sont donc employées que dans la construction navale de l'Égypte ancienne, pour des bateaux datés de la première moitié du III^{ème} millénaire av. notre ère ;

- Trois correspondent au système d'assemblage par ligatures longitudinales et au système d'assemblage mixte faisant intervenir les assemblages par ligatures selon le système longitudinal. Il s'agit de la technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage ; de la technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage ; et de la technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage. Le minimum de deux "transfilages", effectués par le passage de la ligature d'une extrémité à l'autre de la coque, forme, pour les deux premières techniques, une succession de croix séparés par des traits verticaux – et possiblement des traits longitudinaux dans le second cas – tandis que le "transfilage" unique effectué par le passage de la ligature dans la troisième technique d'assemblage peut former soit un dessin en zigzag soit une succession de traits obliques caractéristiques du « point jeté » (fig. 117, fig. 118 et fig. 119). Ces techniques, en relation étroite avec le système d'assemblage longitudinal, ne sont employées que dans la construction navale antique méditerranéenne, pour l'ensemble des bateaux grecs ainsi que pour de nombreux bateaux romains et du haut Moyen Âge découverts en Adriatique ;

- Et enfin une correspond aux systèmes d'assemblage mixtes dans lesquels les assemblages par tenons et mortaises sont les plus importants tandis que les

assemblages par ligatures, réalisés au moyen de points de ligatures indépendants ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé, sont secondaires. Cette technique d'assemblage n'est employée que dans la construction navale de l'Égypte ancienne, pour des bateaux datés du début du II^{ème} millénaire av. notre ère.

De manière globale, on distingue donc, concernant les techniques d'assemblage en relation avec le système transversal et longitudinal, des ligatures continues, d'une part, et des points d'assemblage par ligatures indépendants, d'autre part. Les Anglo-saxons marquent bien cette différence en utilisant des termes différents, celui de *"sewn"* pour qualifier les ligatures continues et celui de *"stitches"* ou *"lashings"* pour les points de ligatures indépendants[956].

Voyons maintenant quelles techniques d'assemblage par ligatures sont employées pour la liaison de la membrure au bordé dans la construction navale antique, et en relation avec quels systèmes d'assemblage.

B. Pour la membrure

On a vu, dans la caractérisation des systèmes d'assemblage par ligatures, qu'il s'agissait soit de systèmes d'assemblage par ligatures externes, soit de systèmes d'assemblage par ligatures internes, selon que la ligature enserrait extérieurement la pièce de membrure, ou au contraire, la traversait dans sa hauteur, à mi-bois, soit de systèmes d'assemblage mixtes associant des points de ligatures externes ou internes à d'autres éléments d'assemblage. Pour caractériser et définir maintenant les procédés de réalisation de ces assemblages, c'est-à-dire les techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre pour la liaison de la membrure au bordé, différents critères d'étude peuvent être utilisés :

1) la position du point d'assemblage, à savoir s'il est fixé sur une seule et même virure ou sur deux virures adjacentes ;
2) le type d'évidement percé pour le passage de la ligature, à la fois dans l'épaisseur du bordé et à la fois dans la hauteur de la membrure lorsque celle-ci est assemblée par une ligature interne ;
3) le mode de passage des ligatures (interne ou externe) et le "dessin" obtenu sur le dos de la membrure lorsqu'il s'agit d'un assemblage externe (croix, traits obliques *etc*…) ;
4) l'emploi ou non de chevilles de blocage de la ligature dans ses canaux de passage, à la fois pour le bordé et pour la membrure lorsqu'il s'agit d'un assemblage interne ;

[956] Cf. **McGrail 2001**, p. 138.

5) la nature des matériaux employés pour réaliser les assemblages (ligatures et chevilles de blocage) et type de ligature employé (tresse, toron, diamètre *etc*...).

En fonction de ces critères, il est possible de caractériser, à partir de l'étude des sources archéologiques, quatre techniques d'assemblage par ligatures pour la liaison des membrures au bordé.

1. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à réaliser des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage, est à mettre en relation avec le système d'assemblage par ligatures externes et avec le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage.

On rencontre cette technique d'assemblage mise en œuvre dans la coque du **navire égyptien de Chéops** (vers 2650 av. J.-C.), et possiblement dans celle du **navire présumé de Licht** (vers 1950 av. J.-C.).

Sur **le navire de Chéops**, la technique d'assemblage mise en œuvre est la suivante. Le point d'assemblage prend appui sur une seule et même virure dans laquelle sont percés, de part et d'autre de la pièce de membrure, des évidements destinés au passage de la ligature. Ces évidements ne traversent pas l'épaisseur du bordé, indiquant qu'il s'agit vraisemblablement d'évidements creusés de manière oblique et disposés par paires, de manière à former un V permettant l'entrée et la sortie de la ligature. La ligature est passée transversalement, soit directement sur le dos de la membrure, soit dans des mortaises percées dans la largeur des membrures, juste au-dessous du dos, d'un bord à l'autre de la membrure au travers de ces paires d'évidements creusées dans l'épaisseur du bordé. La ligature effectue apparemment deux passages avant que les extrémités de la ligature ne viennent s'enrouler, de chaque côté de la membrure, le long des quatre autres sections de ligatures afin de les bloquer. Aucune petite cheville n'est ensuite insérée dans les évidements de passage, sans doute parce que ces évidements ne ressortent pas sur la face externe du bordé et qu'il n'est donc nul besoin de les obstruer après le passage de la ligature (fig. 120). Les ligatures d'assemblage sont ici réalisées en fibres végétales de *Desmostachya bipinnata*, improprement appelé alfa (cf. *infra* chap. 2, p. 574).

Sur le **navire de Licht**, les mortaises percées dans la largeur de la pièce de membrure composite, au niveau de la varangue, étaient probablement destinées à un assemblage par ligatures externes de la membrure au bordé, selon la même technique d'assemblage que celle décrite pour le navire de Chéops. Les pièces de ce navire ayant été retrouvées dispersées, on ne sait en revanche pas si les points d'assemblage prenaient ici appui également sur une seule et même virure ou, au contraire, sur deux virures adjacentes ; on ne sait pas non plus si les évidements percés dans l'épaisseur des virures correspondantes ressortaient sur la face externe du bordé, nécessitant ainsi l'insertion de petites chevilles dans les évidements après le passage de la ligature ou si les évidements étaient, au contraire, comparables à ceux percés dans la coque du navire de Chéops, c'est-à-dire, ne ressortant pas sur l'extérieur.

2. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à réaliser des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage, est également à mettre en relation avec le système d'assemblage par ligatures externes et aussi avec le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage.

On rencontre cette technique d'assemblage particulière, employée pour la liaison de la membrure au bordé, à la fois dans les coques des navires phéniciens ***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2*** (Espagne, 2nde moitié du VII^{e} s. av. J.-C.) et à la fois dans la coque du **navire romain de Comacchio** (Italie, dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.) mise au jour dans la région du delta du Pô, en Adriatique.

Sur ces navires, la technique d'assemblage mise en œuvre est la suivante. Le point d'assemblage prend appui sur deux virures adjacentes dans lesquelles sont percées, à proximité du joint de virure et de part et d'autre de la pièce de membrure, des paires de canaux en forme de V destinés au passage de la ligature et ne ressortant pas sur la face externe du bordé. Sur **les navires de Mazarron**, une seule paire de canaux est apparemment percée de part et d'autre de la membrure, sur chacune des deux virures, tandis que sur **le navire de Comacchio**, ce sont deux paires de canaux, d'un diamètre de 1,5 cm pour chaque canal, qui sont percés sur une virure d'un côté de la membrure et sur la virure adjacente de l'autre côté de la membrure (fig. 121). Sur ***Mazarron 1*** et ***Mazarron***

2, la ligature est passée transversalement sur le dos de la membrure, d'une paire d'évidements disposés sur une virure à l'autre paire d'évidements disposés sur la virure adjacente ; le passage en diagonales de la ligature, d'une virure à l'autre, forme ainsi une croix sur le dos de la membrure. Les ligatures, sur ***Comacchio***, sont également passées transversalement sur le dos de la membrure, mais seulement selon une même orientation oblique, d'une paire d'évidements disposée sur une virure à l'autre paire d'évidements disposée sur l'autre virure adjacente. La ligature effectue ainsi deux passages au total de façon à obtenir, de chaque côté de la membrure, quatre sections de ligatures disposées deux par deux dans les deux paires de canaux. Une fois les passages effectués, les extrémités de la ligature viennent s'enrouler, chacune d'un côté de la membrure au niveau des angles supérieurs, derrière les quatre autres passages de ligatures venant ainsi les bloquer par une sorte de nœud (fig. 121).

Aucune cheville ne vient ensuite bloquer la ligature dans ses canaux de passage, ni dans le cas des **navires de Mazarron** ni dans le cas du **navire de Comacchio**, ce qui s'explique par le fait que les canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé, ils ne nécessitent pas d'être obturés une fois la ligature en place pour en assurer l'étanchéité.

Concernant le matériau et le type de ligature employé pour les assemblages, rien n'a été publié à ce sujet pour les **navires de Mazarron**. En revanche, les analyses effectuées sur la ligature d'assemblage de ***Comacchio*** ont montré qu'il s'agissait d'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Le type de ligature employé sur ce navire est en outre une tresse constituée de trois brins pour lesquels les diamètres n'ont pas été déterminés.

3. La technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage

Cette technique d'assemblage, qui consiste à réaliser des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage, est aussi à mettre en relation avec le système d'assemblage par ligatures externes ainsi qu'avec le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage.

On rencontre cette technique d'assemblage, employée pour la liaison de la membrure au bordé, dans l'ensemble des coques des navires et des bateaux grecs datés de l'époque archaïque, à savoir sur **les épaves de Giglio** (Italie, 580), ***Bon Porté 1*** (France,

540-510), ***Cala Sant Vicenç*** (Espagne, dernier tiers du VI^e^ av. J.-C.) et ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510) pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure – à l'exception, pour ***Jules-Verne 9***, d'une pièce de membrure interprétée comme étant un couple de revers qui est assemblé par des points de ligatures internes (cf. *infra*) – et sur l'épave ***Jules-Verne 7*** (France, 525-510) pour l'assemblage des pieds de ses couples de revers.

Sur ces bateaux, pour lesquels l'épave ***Jules-Verne 9***, en raison de la conservation des ligatures en place sur le dos de ses membrures, fournit le meilleur exemple, la technique d'assemblage mise en œuvre est la suivante. Le point d'assemblage prend appui sur une seule et même virure dans laquelle sont percés en correspondance, de part et d'autre de la pièce de membrure, quatre évidements obliques (diam. : 6 mm) disposés par paires en forme de V et aboutissant sur la face externe du bordé. La ligature est passée transversalement d'un bord à l'autre de la membrure au travers de ces paires d'évidements et vient dessiner, sur le dos de la membrure, une croix, constituée pour chaque diagonale de deux ligatures qui s'entremêlent au niveau du croisement, possiblement encadré également par des passages transversaux de la ligature. Une fois l'assemblage réalisé, la ligature est bloquée dans ses canaux de passage par des petites chevilles qui participent en plus à l'étanchéité du système en obturant ces évidements (fig. 122). L'étanchéité est également complétée par la répartition d'une couche de poix (***Giglio***, ***Bon Porté 1***), de brai (***Cala Sant Vicenç***) ou bien encore de résine et de cire (***Jules-Verne 9***)[957] sur tout l'intérieur de la coque, imbibant ainsi les ligatures afin de mieux les imperméabiliser et colmatant totalement les canaux de passage dans lesquels sont passées les ligatures et insérées les petites chevilles.

Les analyses effectuées sur les matériaux des assemblages ont montré l'utilisation par les constructeurs du lin pour la réalisation des ligatures (***Jules-Verne 9***, ***Jules-Verne 7***) et de l'olivier pour la confection des petites chevilles (***Jules-Verne 9***, ***Jules-Verne 7***). Le type de ligature employé sur ***Jules-Verne 9*** était constitué de deux brins tordus ensemble, formant un toron de 2 mm de diamètre.

4. La technique d'assemblage par des points de ligatures internes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage

Cette technique d'assemblage singulière, qui consiste à réaliser des points de ligatures internes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur

[957] Pour l'identification des enduits d'étanchéité, cf. *supra*, note n°955.

une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage, est la seule technique d'assemblage à mettre en relation avec le système d'assemblage par ligatures internes et avec le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage.

On rencontre cette technique d'assemblage employée pour la liaison d'une pièce de membrure non en place, interprétée comme pouvant être un couple de revers, sur l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9*** (France, 525-510), puis pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure sur l'épave grecque hellénistique **de La Tour Fondue** (France, 2nde moitié du IIIe s. av. J.-C.) et sur une toute une série de navires et de bateaux romains découverts dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, soit pour des réparations de membrures (l'épave ***Jeaume-Garde B*** (France, déb. du Ier s. av. J.-C.) soit, et c'est le plus souvent le cas, pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure au bordé (épaves ***La Roche Fouras*** (France, 2nde moitié du IIe s. ou déb. du Ier s. av. J.-C.), ***Cavalière*** (France, vers 100 av. J.-C.), ***Dramont C*** (France, 1ère moitié du Ier s. av. J.-C.), ***Plane 1*** (France, milieu du Ier s. av. J.-C.), ***Cap Béar 3*** (France, 3ème quart du Ier s. av. J.-C.), ***Cap del Vol*** (Espagne, extrême fin du Ier s. av. J.-C. – déb. du Ier s. apr. J.-C.), ***SM2*** (France, 1ère moitié du Ier s. apr. J.-C.), ***Barthélemy B*** (France, 2nd quart du Ier s. apr. J.-C.), ***SM24*** (France, 40-75 apr. J.-C.), ***Baie de l'Amitié*** (France, 2nde moitié du Ier s. apr. J.-C.) et ***Port la Nautique*** (France, fin du Ier s. av. J.-C. - aux env. de 70 apr. J.-C. ?). Cette technique d'assemblage est également celle qui est mise en œuvre sur des pièces de superstructure isolées découvertes sur **l'épave 1 de Marsala** (Sicile, mi. du IIIe s. av. J.-C.) et également sur l'épave de ***Cavalière***.

Sur tous ces bateaux, la technique d'assemblage mise en œuvre est la suivante. Le point d'assemblage prend appui sur une seule et même virure où une ligature est passée en boucle au travers d'évidements cylindriques (diam. : de 1 à 3,1 cm) percés par paires et à mi-bois dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant. Les évidements cylindriques d'une même paire sont également reliés par une gorge creusée à la fois sur le dos des membrures (L. : de 2 à 7 ; l. : de 1 à 3,1 ; prof. : de 0,8 à 4 cm) et à la fois sur la face externe du bordé (L. : de 2 à 7 ; l. : de 1 à 3,1 ; prof. : 0,5 cm), permettant de recueillir la ligature d'assemblage lors de ses passages afin qu'elle ne soit pas en proéminence et ne s'use ainsi prématurément. La ligature ayant effectué plusieurs tours (de 2 à 3 sur le navire ***SM24***), celle-ci est bloquée dans ses passages par l'insertion de gournables présentant un pan coupé (d'env. 4 à 5 mm) correspondant à l'espace occupé par la ligature (fig. 123). En plus de bloquer et de tenir en place la ligature, les gournables, en obstruant complètement les évidements cylindriques de passage, assurent également l'étanchéité du système. Celle-ci est également complétée par le colmatage des gorges situées sur le dos des

membrures et sur la face externe du bordé par une épaisse couche de poix préservant ainsi la ligature du milieu extérieur tout en la dissimulant à la vue (tableau I).

Les analyses effectuées sur les éléments d'assemblage ont montré l'utilisation d'aubier provenant de résineux ou de feuillus pour la confection des ligatures des épaves ***Cap Béar 3***, ***Dramont C***, ***Barthélemy B*** et ***SM24***. Il s'agit, dans la plupart des cas, de tresses composées, pour l'épave ***SM24***, de trois fois trois brins de 1 mm de diamètre chacun pour une largeur à plat des tresses de 5 à 9 mm. Les analyses ont également montré l'emploi exclusif – pour les épaves ayant fait l'objet de déterminations xylologiques (***La Tour Fondue***, ***Cavalière***, ***La Roche Fouras***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***Baie de l'Amitié***) – de sapin pour la confection des gournables de blocage (tableau I).

5. Résumé des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique pour la liaison de la membrure au bordé

En résumé, en relation avec les systèmes d'assemblage par ligatures pour la liaison de la membrure au bordé, quatre techniques d'assemblage ont pu être mises en évidence :

- trois correspondent au système d'assemblage par ligatures externes et au système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage. Il s'agit de la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage, et de sa variante, prenant appui sur deux virures adjacentes, et de la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage. Ces techniques sont utilisées aussi bien sur des navires égyptiens datant du III^{ème} et du II^{ème} millénaires av. notre ère que sur des navires phéniciens, des navires et des bateaux grecs d'époque archaïque ainsi que sur un navire romain découvert en Adriatique, dans la région du delta du Pô (fig. 120, 121 et 122).

- une seule correspond au système d'assemblage par ligatures internes et au système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage. Il s'agit de la technique d'assemblage par des points de ligatures internes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage. Cette technique est utilisée pour l'assemblage d'une pièce de membrure (possiblement un couple de

revers) mis au jour sur une épave grecque archaïque ainsi que pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure au bordé d'un bateau grec hellénistique. Mais c'est surtout sur une série de navires et de bateaux romains, datés de la seconde moitié du II^{e} s. av. J.-C. au I^{er} s. apr. J.-C. et exclusivement découverts dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, que l'on retrouve cette technique d'assemblage employée soit pour la réparation de membrures soit, et c'est le plus souvent le cas, pour la liaison de l'ensemble de la membrure au bordé (fig. 123). On retrouve également cette technique d'assemblage mise en œuvre sur des pièces de structure, notamment sur un navire punique et un navire romain.

III. <u>Synthèse</u> : les divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique en relation avec les différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre

On a vu, tout au long de ce premier chapitre consacré à la caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures, qu'il existait plusieurs systèmes d'assemblage par ligatures pour le montage du bordé et la liaison de la membrure au bordé, en même temps que des systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir les assemblages par ligatures de façon active et ce, dès l'origine de la construction du bateau. De même, on a pu voir qu'il existait non pas une technique d'assemblage par ligatures au sein de ces systèmes pour lier les bordages entre eux et fixer la membrure au bordé, mais bien plusieurs. Aussi, les combinaisons entre les systèmes d'assemblage employés pour monter les bordés, qu'ils soient "cousus", non "cousus" ou mixtes, et les systèmes d'assemblage employés pour fixer la membrure au bordé, également "cousus", non "cousus" ou mixtes, sont-elles nombreuses, de même que les possibilités de recours à telle ou telle technique d'assemblage par ligatures pour réaliser un même système d'assemblage.

Pour faciliter la synthèse des divers systèmes et des différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique et leur mise en relation, il apparaît par conséquent plus simple, mais aussi plus lisible et maniable pour le lecteur et l'utilisateur potentiel, de présenter la terminologie établie et les mises en relation sous forme de diagramme à trois niveaux (cf. diagramme). Le premier niveau correspond ainsi aux divers systèmes d'assemblage pour le bordé et pour la membrure, le second niveau correspond aux différentes techniques d'assemblage par ligatures existant pour la liaison des bordages entre eux et pour la fixation de la membrure au bordé et le troisième niveau présente les épaves aboutissant aux diverses combinaisons possibles entre les divers systèmes et leur mise en relation avec les différentes techniques d'assemblage. Dans ce troisième niveau, on distingue également, en jaune, les bateaux et navires égyptiens, en fuchsia, les épaves phéniciennes, en bleu, les épaves grecques (archaïques, classiques et hellénistiques), en vert clair, les épaves romaines de Méditerranée nord-occidentale, en marron les épaves de l'Adriatique, datées du VI^{e} s. av. au XI^{e} s. apr. J.-C., et enfin, en couleur moutarde, l'épave C de Pise qui n'est pas, à proprement parlé, un bateau cousu mais qui présente uniquement une réparation effectuée au moyen de ligatures. N'est en revanche pas intégré dans ce diagramme l'épave de Marsala sur laquelle seul un élément de superstructure isolé assemblé au moyen de ligatures a été découvert.

Pour conclure définitivement ce chapitre, le diagramme de synthèse illustre bien, outre les relations que pouvaient entretenir entre eux les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures, la diversité des bateaux "cousus", ou présentant des assemblages par ligatures pour la liaison de certaines parties de leurs structures, ayant existé en Égypte ancienne ainsi que dans le monde méditerranéen antique. En s'appuyant sur ce diagramme, et pour synthétiser ce qui a été développé tout au long de ce chapitre, on peut donc déterminer trois niveaux d'approche, qui va du plus général au plus précis, pour caractériser un bateau présentant des assemblages par ligatures :

- **Le premier niveau correspond à la désignation générale des systèmes d'assemblage du bateau intéressé qui permet de parler :**

- soit d'un **« bateau cousu »**, sous-entendant que l'ensemble du bateau (bordé et membrure) est assemblé au moyen de ligatures ;
- soit d'un **« bateau bordé monté par un assemblage mixte associé à une membrure fixée au bordé également par un assemblage mixte »**[958] ;
- soit d'un **« bateau bordé monté par un assemblage mixte non associé à une membrure »** ;
- soit d'un **« bateau bordé assemblé par tenons et mortaises chevillés associé à une membrure cousue »** ;
- soit d'un **« bateaux bordé monté par un assemblage mixte associé à une membrure fixée au bordé par clouage et/ou chevillage »** ;
- soit d'un **« bateaux bordé assemblé par tenons et mortaises associé à une membrure fixée au bordé par un assemblage mixte »** ;
- ou soit d'un **« bateau bordé cousu associé à une membrure fixée au bordé par chevillage ou clouage »**.

- **Le deuxième niveau doit permettre de caractériser précisément les systèmes d'assemblage employés à la fois pour le montage du bordé et la fois pour la fixation de la membrure au bordé.** On a ici recours à l'une des neuf combinaisons déterminées à partir de la caractérisation de ces systèmes et de leur mise en relation (tableau E). Il s'agit plus précisément de :

- **la combinaison n°1** qui associe un système d'assemblage par ligatures transversales pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure ;

[958] Pour rappel, un système d'assemblage mixte pour le bordé sous-entend qu'à un système d'assemblage par tenons et mortaises est associé un système d'assemblage par ligatures, et un système d'assemblage mixte pour la membrure renvoie soit à des points de ligatures internes soit à des points de ligatures externes associés à d'autres éléments d'assemblage, le plus souvent des gournables.

- **la combinaison n°2** qui associe un système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé à un système d'assemblage mixte, alternant des points de ligatures externes et des gournables, pour la membrure ;
- **la combinaison n°3** qui associe un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure ;
- **la combinaison n°4** qui associe un système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure ;
- **la combinaison n°5** qui associe un système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé à un système d'assemblage autre que la ligature pour la membrure ;
- **la combinaison n°6** qui associe un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures internes pour la membrure ;
- **la combinaison n°7** qui associe un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé à un système d'assemblage mixte, alternant des points de ligatures internes et des gournables, pour la membrure ;
- **la combinaison n°8** qui associe un système d'assemblage mixte faisant intervenir la ligature dès l'origine et de façon active pour le bordé à un système d'assemblage mixte, alternant des points de ligatures externes et des gournables, pour la membrure ;
- **la combinaison n°9** qui associe un système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé à un système d'assemblage autre que la ligature pour la membrure.

- Et enfin, **le troisième niveau doit permettre la caractérisation précise des techniques d'assemblage par ligatures mise en œuvre au sein des systèmes d'assemblage déterminés.** Pour ce qui concerne l'assemblage des virures de bordé entre elles, six techniques différentes ont pu être caractérisées, tandis que pour l'assemblage des pièces de membrure au bordé, quatre techniques d'assemblage par ligatures ont pu être déterminées (cf. diagramme).

À partir de ces trois niveaux de caractérisation, il devrait désormais, et *a priori*, être aisé d'accéder à une détermination très précise des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures de tout bateau antique nouvellement mis au jour et permettre ainsi des comparaisons très fines avec d'autres épaves présentant les mêmes types d'assemblage. Dans cette perspective, la terminologie et le diagramme de synthèse ainsi établis devraient pouvoir servir d'outils de détermination et de comparaison précis.

CHAPITRE 2. ANALYSE DES DIVERS SYSTÈMES ET DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES EMPLOYÉS ET MISES EN ŒUVRE DANS LA CONSTRUCTION NAVALE ANTIQUE

À présent que les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures relevant de la construction navale antique sont définis et caractérisés, il est nécessaire, afin d'en comprendre le fonctionnement et pouvoir, à terme, les comparer entre eux, de les analyser. Pour cela, et à défaut de disposer d'une tradition de bateaux cousus, ou tout du moins, de bateaux présentant des assemblages par ligatures, encore vivante en Égypte et en Méditerranée, nous disposons de trois outils d'analyse.

Le premier outil est moins un outil d'analyse directe qu'une base d'étude comparative indirecte. Il s'agit de l'ethnographie qui, par l'enquête de terrain avec les phases d'observation et de description, correspond au premier stade de la recherche ethnologique, science humaine ayant pour objet l'étude des sociétés humaines actuelles. Bien qu'il n'existe plus, comme nous l'avons souligné, de bateaux cousus, ou présentant encore tout du moins des assemblages par ligatures, en Méditerranée et en Égypte, d'autres types de bateaux cousus existent encore de nos jours dans des espaces de navigation « extra-méditerranéens » et « extra-égyptiens », notamment dans l'ensemble de l'océan Indien et de l'océan Pacifique et également sur de nombreux lacs et fleuves d'Afrique. Ces sources ethnographiques, mises en perspective avec nos sources archéologiques, devraient ainsi permettre une approche plus sensible des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique.

Le second de ces outils est un outil permettant d'accéder à une analyse plus directe et tangible de ces divers systèmes et de ces différentes techniques d'assemblage par ligatures. Il s'agit de l'archéologie expérimentale qui permet d'appréhender les divers systèmes d'assemblage par ligatures caractérisés pour la construction navale antique en les restituant par la mise en œuvre et l'expérimentation des différents procédés d'assemblage par ligatures déterminés dans le chapitre précédent.

Enfin, le troisième outil d'analyse concerne l'étude des types de ligatures, mais aussi l'étude des différents matériaux utilisés pour réaliser les assemblages, aussi bien des ligatures que des éléments d'étanchéité ainsi que des autres éléments employés dans les systèmes d'assemblage (éléments de pré-assemblage pour le bordé et gournables pour la

membrure). Cette étude des matériaux peut être réalisée à partir de la confrontation des sources écrites avec les sources archéologiques mais aussi à partir de leur expérimentation.

I. Analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique à la lumière des sources ethnographiques

Selon S. McGrail, les sources ethnographiques peuvent être très utiles, en archéologie navale, dans l'interprétation des vestiges archéologiques en permettant notamment « de formuler les types de questions appropriés à poser aux vestiges archéologiques et de suggérer des réponses »[959]. Les sources ethnographiques peuvent donc servir, comme le résument parfaitement P. Pomey et É. Rieth, de « modèles interprétatifs » aux données archéologiques[960]. C'est particulièrement vrai pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures qui, s'ils ne sont plus employés et mises en œuvre pour la construction des bateaux du bassin méditerranéen, se rencontrent encore en de nombreux endroits du monde – ou bien ont disparu depuis peu – pour la construction de bateaux cousus ou du moins, s'il ne s'agit pas de bateaux entièrement cousus, pour l'assemblage de certaines parties du bateau. C'est d'ailleurs grâce à la documentation ethnographique de bateaux cousus de l'océan Indien et de l'Asie du Sud-Est, à laquelle P. Pomey a eu recours, qu'il a pu expliquer et interpréter le navire grec archaïque de Bon Porté comme étant un véritable bateau cousu d'"origine" (cf. les sources archéologiques, p. 157)[961].

On rencontre donc encore des bateaux cousus, ou ayant récemment disparu, dans l'ensemble de l'océan Indien, sur la côte est de l'Afrique (à Djibouti, en Somalie et au Kenya), au sud de la péninsule arabique (au Yémen et en Oman), sur la côte ouest de l'Inde (les îles Laquedives) et sur sa côte est (la côte de Coromandel) ainsi qu'au Bangladesh ; également dans l'océan Pacifique, en Asie du Sud-Est, et notamment au Vietnam, ainsi qu'en Océanie, et plus particulièrement en Polynésie et en Micronésie. Enfin, on rencontre des bateaux encore assemblés par des ligatures sur de nombreux lacs et fleuves du continent africain, notamment sur le fleuve Niger (Niger et Mali), le lac Tchad (Niger, Tchad et Nigeria) et le lac Victoria (Ouganda, Kenya et Tanzanie) (cf. carte fig. 9). Dans la mesure où, bien qu'« extra-méditerranéens » ou « extra-égyptiens », il existe encore, de nos jours, des bateaux cousus – ou présentant au moins encore des assemblages par ligatures pour la liaison de certains de leurs éléments structurels – il apparaît indispensable de s'intéresser aux divers systèmes et aux différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre au sein de ces constructions. Outre la caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures qui pourront être examinés au travers de certaines enquêtes ethnographiques et ainsi être mis en perspective avec les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par

[959] **McGrail 2001**, p. 3-4.
[960] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 67 de leur manuscrit.
[961] **Pomey 1981**.

ligatures déterminés pour la construction navale antique, l'intérêt pour les bateaux cousus actuels est également d'aborder certains aspects impossibles à entrevoir au travers des sources archéologiques. À savoir notamment, en ce qui concerne la construction même du bateau, le nombre de personnes nécessaires à la réalisation d'un assemblage par ligatures, leur position dans le bateau, les gestes qu'ils effectuent et les outils qu'ils utilisent, le temps de réalisation pour tel ou tel type d'assemblage, les systèmes d'étanchéité adoptés *etc*.… L'approche ethnographique va également permettre une remise en contexte des assemblages par ligatures en considérant les systèmes d'assemblage employés pour la construction de tel ou tel type de bateau et la manière dont celui-ci se comporte dans l'espace de navigation dans lequel il s'inscrit. Et enfin, l'intérêt pour les sources ethnographiques va permettre de voir quand et comment sont effectuées les réfections des assemblages par ligatures qui nécessitent, en raison de leur fragilité et des contraintes auxquels ils sont soumis, d'être remplacés régulièrement.

L'ethnographie navale apparaît donc comme incontournable et essentielle pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique. Néanmoins, la présentation qui va suivre ne prétend aucunement à une exhaustivité des sources ethnographiques concernant les assemblages par ligatures employés encore de nos jours dans la construction de certains bateaux « extra-méditerranéens » ou « extra-égyptiens ». Dans la mesure où cette exhaustivité relève en soi d'un travail de recherche et d'étude à part entière, je propose simplement de présenter ici, au travers d'un large balayage géographique intéressant l'océan Indien d'une part et l'océan Pacifique d'autre part, un échantillon de certains de ces bateaux susceptibles d'apporter des éléments intéressant directement notre étude.

A. Les bateaux cousus de l'océan Indien

Jusqu'à l'arrivée des Portugais dans l'océan Indien à la fin du XV^{e} s., à l'époque des grands voyages de découvertes, le bateau cousu était le type d'embarcation le plus largement répandu dans toute la partie occidentale de l'océan Indien correspondant globalement à la côte est africaine, au sud de la péninsule arabique, à la côte occidentale de l'Inde, et aux Maldives[962]. Déjà au I^{er} s. apr. J.-C., l'auteur du *Périple de la mer Érythrée* mentionne, pour le sud de la péninsule arabique et la côte est africaine, la présence de bateaux cousus (15 : 5.30, 16 :6.5, 36 : 12.8)[963]. En revanche, il ne mentionne pas ceux de l'Inde, pour lesquels les premières références datent seulement du début du

[962] **Poumailloux 1999**, p. 305.
[963] Cf. Texte traduit et commenté par L. Casson (cf. **Casson 1989**).

XVI^e s.[964]. Il semble pourtant certain que les bateaux cousus aient été également employés en Inde au moins depuis le début de notre ère[965].

Encore en usage au début du XX^e s., la plupart des bateaux cousus de l'océan Indien tendent aujourd'hui à disparaître. Un grand nombre d'entre eux a cependant fait l'objet d'une étude ethnographique exhaustive. J'ai choisi de présenter ici deux exemplaires de bateaux cousus sur la côte est africaine, le *mtepe* du Kenya et le *beden* de Somalie, un exemplaire de bateau cousu photographié dernièrement sur la côte du Yémen et pour lequel aucune étude ethnographique n'a été réalisée et enfin deux exemplaires de bateaux cousus indiens, l'un se trouvant sur la côte occidentale de l'Inde, il s'agit de l'*odam* des îles Laquedives, et l'autre se trouvant sur la côte orientale, il s'agit de la chelingue, ou *masula*, de la côte de Coromandel.

1. Sur la côte est de l'Afrique : le *mtepe* de Lamu (Kenya)

Le *mtepe*[966] est un bateau cousu, considéré comme étant emblématique de la civilisation swahili[967], et dont les derniers spécimens étaient encore construits au début du XX^e s. dans l'archipel de Lamu, situé sur la côte nord-occidentale du Kenya, à proximité de la frontière somalienne. L'origine de ce bateau particulier est difficile à établir, mais il semble que son arrivée, sur la côte orientale de l'Afrique, remontant sans doute avant le début de notre ère, soit le fait des marins austronésiens ou dravidiens et qu'il aurait ensuite subit de nombreuses influences – à la fois arabe, perses et indiennes – pour parvenir au *mtepe* tel qu'il existait encore au début du XX^e s.[968]. Même si l'origine de ce bateau est au départ étrangère, et qu'il a sans doute subit ensuite le mélange d'influences extérieures, le *mtepe* est un bateau cousu parfaitement adapté aux conditions spécifiques écologiques de la côte orientale de l'Afrique, à savoir aux conditions de navigation et aux matériaux disponibles pour sa construction. Le *mtepe* est ainsi considéré comme un bateau efficace et élégant décrit de la façon suivante : « un bateau d'une grâce et d'une beauté singulière, ayant une grande capacité de transport, et d'une puissance à la voile extrêmement bonne »[969] (fig. 124a).

Pour toutes ces raisons, le *mtepe* a donc fait l'objet, depuis le XVI^e s., de nombreuses études et approches, de la part de savants et de voyageurs modernes, et, plus

[964] Cf. **McGrail 2001**, p. 269-270.
[965] **McGrail 2001**, p. 272.
[966] Le *mtepe* au pluriel se dit *« mitepe »*.
[967] La civilisation swahili correspond à une communauté originaire de la côte orientale de l'Afrique, installée là depuis des millénaires, mais qui reçu des influences culturelles à la fois arabes, indiennes et asiatiques. Elle correspond aujourd'hui au Kenya et à la Tanzanie dont les populations parlent la langue swahili. C'est une civilisation intimement liée à la mer.
[968] **Poumailloux 1999**, p. 306.
[969] **Poumailloux 1999**, p. 277.

récemment d'archéologues navals et d'ethnologues[970]. Le dernier article, publié par Pascal Poumailloux, est le plus complet de tous. Il fait la synthèse de toutes les données disponibles sur le sujet et traite, de surcroît, de la technologie employée pour construire ce bateau[971].

Le *mtepe* est donc un voilier de transport dont la longueur théorique est de 18 m pour une largeur au maître-bau de 4,40 m et qui présente une capacité de tonnage qui jauge de 28 à 30 tonnes. Il est construit sur « bordé premier », signifiant que le bordé est la structure portante de la coque, tandis que la membrure, qui est faiblement assemblée au bordé au moyen de quelques points de ligatures, n'offre qu'un léger renfort à la coque en lui permettant de fléchir[972]. La membrure présente en réalité « plus une fonction de vaigrage, qui sert à maintenir l'alignement du bordage et à fournir une plate-forme pour répartir le poids de la cargaison, qu'un rôle de maintien de la rigidité du squelette de la coque, dont elle sert à conserver la forme transversale »[973].

Concernant les assemblages, l'étrave et l'étambot sont non seulement cousus au bordage mais aussi raccordés à la quille, sans écart à mi-bois, d'une manière très simple, en bout à bout. Poumailloux justifie ce type d'assemblage en expliquant qu'un assemblage plus solide n'aurait pas supporté un mouvement ou un fléchissement de la coque lors de la navigation (cf. *infra* espace de navigation et qualités du *mtepe*). L'étrave est par ailleurs constituée de deux lourdes pièces de bois assemblées par tenon et mortaise, la partie supérieure se terminant par la proue incurvée typique du *mtepe* que la tradition compare à une tête de chameau (fig. 124a). L'étambot n'est en revanche constitué que d'une seule pièce de bois. Montées à partir de la charpente axiale, les virures, débitées dans des planches de palétuvier, sont ensuite chevillées et cousues entre elles[974]. Elles sont d'abord fixées les unes aux autres au moyen de chevilles en palétuvier « mou », d'une longueur moyenne de 10-12 cm pour un diamètre légèrement supérieur à 1 cm. Ces chevilles, que l'on peut qualifier de « pré-assemblage », sont enfoncées de manière oblique dans des canaux percés sur le bord des virures, selon un écartement qui varie de 24 à 28 cm. Les virures sont ensuite seulement assemblées, de manière effective, au moyen d'une ligature faite avec une corde de coir, c'est-à-dire en fibre de coco, à trois brins toronnés ensemble pour une épaisseur de moins de 2 cm, selon un système d'assemblage longitudinal.

[970] Parmi les archéologues navals, il faut citer J. Hornell qui a publié un article de référence sur ce sujet (cf. **Hornell 1941**) ainsi que P. Pomey qui s'est notament appuyé sur l'exemple des *mitepe* pour son interprétation du navire de Bon Porté (cf. **Pomey 1981**, p. 235).
[971] Cf. **Poumailloux 1999**. Cet article est en réalité le mémoire de maîtrise de P. Poumailloux, présenté à l'INALCO pour l'obtention de la maîtrise de langues, littératures et civilisations étrangères, qui a été publié de manière exhaustive par la revue *Études Océan Indien*.
[972] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[973] **Poumailloux 1999**, p. 268.
[974] **Poumailloux 1999**, p. 270-272.

Excepté à l'avant et à l'arrière où les ligatures, qui assemblent l'extrémité de la virure de galbord à la quille ainsi que les extrémités des virures à l'étrave et à l'étambot, sont passées au travers de canaux obliques percés sur les bords des pièces, le reste du bordé présente des canaux percés verticalement sur le bord des virures qu'ils traversent ainsi de part en part, pour le passage de la ligature. D'après P. Poumailloux, l'inclinaison des points de couture, sur l'avant et l'arrière du navire, « permet ce mouvement de la même manière que la couture en zigzag permet à une étoffe de s'étirer »[975]. Les canaux, ainsi percés tous les 8 cm pour le passage de la ligature, présentent un diamètre permettant d'y insérer des chevilles de 7 mm. Une fois les canaux percés et la ligature confectionnée, les constructeurs se servent d'une nervure de feuille de palmier comme aiguille pour effectuer le passage de la ligature. Celle-ci vient par ailleurs enserrer un bourrelet, ou rouleau d'étanchéité, constitué de bourres de coco, disposé sur les joints de virure et que P. Poumailloux appelle improprement un « calfatage ». Il décrit néanmoins très exactement la méthode d'assemblage employée pour réaliser la couture[976] :

> « Deux hommes travaillent de concert, le premier « A », est assis à l'intérieur de la future coque, l'autre « B », se tient debout à l'extérieur. « A » passe l'aiguille par le trou, « B » tire la corde, l'enroule autour d'un bâton fourchu, bâton dont il se sert comme levier pour tendre la corde. Pendant ce temps, « A » écrase le calfatage avec un maillet. La couture doit maintenir le calfatage en position. Lorsqu'il juge que la tension de la corde est suffisante, « B » enfonce une cheville dans le trou pour coincer la corde et maintenir la tension. Cela fait, il repasse l'aiguille dans le trou suivant. « A » serre la corde et « B » la coince avec une cheville. La même cheville est utilisée successivement d'après Hornell. C'est ainsi qu'environ 1,80 m de virures sont cousus à la fois, on va d'abord de droite à gauche, puis on repart en arrière sur les coutures. Une fois cette longueur assemblée, on maintient la tension en enfonçant une cheville-coin en bois de *mlilana* (*Sonneratia caesolaria*) dans chaque trou depuis l'intérieur puis on coupe ce qui dépasse de la cheville à l'extérieur, sauf le long de la quille et sur l'étrave et l'étambot où la couture est renforcée. Ces chevilles, qui mesurent entre 5 et 6 cm de longueur pour un diamètre de 0,7 cm, sont alors laissées en position. […] Les coutures sont effectuées suivant un modèle unique de base […]. En allant sur la gauche, la corde passe deux fois dans chaque trou, soit deux marques de passage à l'extérieur et une seule à l'intérieur, avant de passer obliquement vers le trou supérieur adjacent ; au retour, elle passe

[975] **Poumailloux 1999**, p. 270.
[976] P. Poumailloux reprend en réalité la description donnée par J. Hornell dans **Hornell 1941**, p. 61.

> une fois seulement à travers chaque trou de chaque paire, laissant une marque de passage seulement visible à l'extérieur, tandis qu'à l'intérieur, on peut voir une deuxième ligne oblique croisant la première, en sautoir. »[977].

Le schéma ainsi obtenu par la ligature, qui est passée de manière continue et suivant plusieurs allers-retours, ou "transfilages", entre le départ et l'extrémité de la portion de bordé assemblée, représente, sur la face interne du bordé, une succession de de croix séparées par des traits verticaux (IXIXIXI). Sur la face externe, la ligature dessine en revanche une succession de traits verticaux qui relient chaque paire de canaux entre eux (IIIIIII) (fig. 124b). Dans la mesure où les ligatures ressortent sur l'extérieur du bordé, il est probable que celles-ci étaient recueillies dans des petites gorges creusées entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis d'une virure à l'autre, comme c'est le cas, on le verra, dans la plupart des bateaux cousus de l'océan Indien (cf. *infra*). Ni J. Hornell, ni P. Poumailloux ne le précisent cependant.

Pour résumer, le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage des bordés du *mtepe* est réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, et dans des canaux obliques sur les extrémités de la coque, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage. D'après Poumailloux, la manière dont les bordés sont cousus ensembles suggère que la flexibilité est bien l'intention principale recherchée par les constructeurs.

Dans cette construction, l'étanchéité du bordé est assurée par un calfatage qui consiste en une première couche de fibre de coir, qui a mariné dans de l'huile de requin, enfoncée par martelage de l'intérieur dans le joint de virure. Au-dessus de cette couche, un mastic épais fait d'écorce broyée de palétuvier, dont le fort taux en tanin devait contribuer à protéger le coir, était appliqué. Un bourrelet d'étanchéité, constitué de bandes d'enveloppes fibreuses de noix de coco broyées sur lesquelles étaient disposées des tiges séchées et écrasées de feuilles de palmier doum *mkoma* (*Hyphœne coriacea*), était enfin placé sur les joints de virures. Le bourrelet d'étanchéité était maintenu en place à l'intérieur de la coque, et à l'extérieur aux extrémités, par la couture croisée des bordés. Outre ces fonctions d'étanchéité de la coque, ce bourrelet, de par sa nature bulbeuse et compressible, servait également d'« amortisseur » pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subissait une déformation au cours de la navigation. Finalement, l'extérieur de la coque était enduite d'une mixture d'huile de poisson et de gomme ou de résine pour la protéger contre les tarets[978].

[977] **Poumailloux 1999**, p. 272.
[978] **Poumailloux 1999**, p. 272.

Une fois le bordé monté, la membrure était ensuite insérée dans la coque et assemblée aux flancs par des points de ligatures externes passées au travers d'évidements percés dans l'épaisseur des bordés. Ni Hornell, ni Poumailloux ne donnent cependant d'indication supplémentaire sur ce système d'assemblage par ligatures externes.

Le navire était finalement achevé avec la mise en place de la superstructure, du gréement et de l'appareil de gouverne. Concernant la superstructure, deux petits ponts de 3 m de longueur étaient installés, l'un situé à l'avant et l'autre à l'arrière. En plus d'offrir une surface de travail pour la manœuvre du bateau, ces ponts servaient également à empêcher ou à limiter la torsion de la coque. Le gréement était ensuite constitué d'une voile carrée faite en feuilles de palmier tressées gréée sur un mât d'une hauteur de 15 à 18 m. Il s'agissait d'un gréement perfectionné qui procurait au *mtepe* des qualités de performance, de vitesse et d'efficacité sur lesquelles s'accordent tous les témoignages dont on dispose sur ce bateau. Enfin, l'appareil de gouverne était constitué par un gouvernail axial unique, attaché à l'étambot au moyen de trois ou quatre cordes en fibres de coir, et était manœuvré avec une barre franche. La proue, l'étambot et le gouvernail du navire étaient finalement décorés par des peintures et des gravures de couleur rouge, blanche et noire, avec la représentation, notamment, de deux paires de yeux, l'une étant située sur la proue et l'autre à l'arrière[979].

La qualité principale du *mtepe*, ainsi construit, était son élasticité adaptée aux réalités de l'océan Indien présentant de nombreux hauts-fonds et de nombreux rochers[980]. Contrairement à des bateaux assemblés au moyen de clous, de tels bateaux se montraient en effet excellents pour naviguer dans des eaux peu sûres car ils pouvaient sans dommage passer les barres, venir s'échouer sur le sable des plages, pénétrer grâce à leur faible tirant d'eau dans les estuaires des rivières et ne subissaient aucun dégât lorsqu'ils s'échouaient sur des récifs ou sur un banc de sable[981]. Cela explique que le *mtepe*, d'origine "ancestrale", ait perduré jusqu'aux premières décennies du XX^{e} s., répondant parfaitement aux besoins spécifiques des marins swahilis, à la fois sur le plan de la navigation et sur le plan écologique, le *mtepe* étant construit à partir de matériaux disponibles sur place. Une évolution ultérieure du *mtepe* a par ailleurs vu le jour au début du XX^{e} s. avec le *dau la mtepe*. Ce type de bateau n'aurait cependant eut qu'une très courte existence et aurait disparu dans les années 1930[982]. Ces deux bateaux, le *mtepe* et le *dau la mtepe*, auraient finalement disparu avec l'apparition et la généralisation du moteur ainsi qu'avec l'augmentation du coût de la main d'œuvre[983].

[979] **Poumailloux 1999**, p. 275.
[980] Pour plus de détails à ce propos, cf. l'article de R. M. **Adams** dans *Sewn Plank Boats* (**1985**), p. 289-302.
[981] **Poumailloux 1999**, p. 233 et 278.
[982] Cf. **Hornell 1941**.
[983] **Poumailloux 1999**, p. 307.

Pour terminer avec le *mtepe*, concernant la réfection des assemblages de ce bateau cousu, P. Poumailloux indique que celui-ci devait être mis à sec et vérifié tous les ans au moment de la mousson de Sud-Ouest. Des feux étaient alors allumés sous la coque pour tuer les insectes, les tarets *etc*… par la fumée. La voile et les haubans étaient remplacés et le calfatage et, par conséquent, les coutures étaient refaits à neuf. Pour cela, les petites chevilles de blocage étaient enlevées et remplacées[984].

2. Sur la côte est de l'Afrique : le *beden* de Somalie

Le *beden*[985] est un bateau cousu de mer caractéristique des côtes de Somalie. Décrit pour la première fois par Neville Chittick (Institut britannique d'Afrique orientale, Kenya) en 1980[986], le *beden* trouve également une origine certainement lointaine dans le temps (fig. 125a).

Le *beden* classique présente une longueur de 10 m pour une largeur de 1,82 m. Il est doté d'une charpente axiale avec une quille prolongée sur ses deux extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot. Ces pièces sont toutes deux inclinées vers l'avant et se projettent bien au-delà du plat-bord, l'inclinaison de l'étrave étant bien plus grande que celle de l'étambot. Monté à partir de cette charpente axiale, il semble que le bordé présente, sans compter le plat-bord, cinq virures de chaque côté, de 2 cm d'épaisseur chacune. Les *bedan* sont par ailleurs pourvus d'une membrure constituée d'une alternance de varangues et de demi-couples, insérés après que les virures aient été entièrement assemblées entre elles. Des baux transversaux, servant également de bancs de nage, viennent aussi renforcer la coque de manière transversale. Le *beden* est donc une embarcation construite « sur bordé premier » avec le bordé jouant le rôle de structure portante et dominante de la coque, tandis que la membrure ne joue qu'un rôle de renfort transversal secondaire[987].

L'ensemble du bordé est assemblé au moyen de ligatures qui viennent enserrer des bourrelets en fibres végétales[988] disposés sur les joints de virure à l'intérieur de la coque, à l'exception des extrémités où les bourrelets sont disposés à l'extérieur sur les joints d'assemblage liant les virures à l'étrave et à l'étambot (fig. 125b). Outre ces bourrelets,

---

[984] **Poumailloux 1999**, p. 272.
[985] Le *beden* au pluriel se dit *« bedan »*.
[986] **Chittick 1980**. P. Pomey y fait également référence, en 1981, pour interpréter le navire de Bon Porté comme étant un bateau "cousu" (cf. **Pomey 1981**, p. 235).
[987] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[988] N. Chittick ne précise pas le nom de l'espèce végétale employée pour la réalisation de ces bourrelets ; il indique simplement qu'il s'agit d'une plante récoltée *"not far off in the hinterland"* (cf. **Chittick 1980**, p. 301).

l'étanchéité du bordé est également assurée par une couche de poix liquide coulée entre les joints de virures avant la mise en place des bourrelets (fig. 125c). Si les bateaux étaient traditionnellement assemblés par une ligature en fibres de coco, ils sont à présent réparés et construits avec des fils de pêche. La ligature utilisée est passée de manière continue au travers de trous verticaux percés de part en part sur les bords des virures. Le minimum de deux "transfilages" effectués dessine ainsi une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI) sur la face interne du bordé et une succession de traits verticaux sur la face externe (IIIIIII) (fig. 125d). Ressortant sur l'extérieur du bordé, les ligatures sont recueillies par des petites gorges creusées entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis d'une virure à l'autre (fig. 125e). Une fois la ligature en place, les canaux de passage sont en outre obturés par des petites chevilles enfoncées à partir de l'intérieur, afin d'éviter les voies d'eau dans la coque. N. Chittick indique par ailleurs que des chevilles horizontales sont employées conjointement à la ligature pour l'assemblage des bordés. Il s'agit probablement d'éléments de pré-assemblage employés pour le montage des bordages avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures. Une fois l'assemblage réalisé, ces chevilles devaient néanmoins jouer un rôle dans le système d'assemblage avec la prévention du risque de cisaillement des ligatures en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres. Le système d'assemblage employé dans le montage du bordé des *bedan* est donc le système d'assemblage par ligatures longitudinales réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage. N. Chittick ne dit rien, en revanche, concernant la nature de l'assemblage des membrures au bordé.

Une fois la coque construite, le *beden* reçoit un mât court et robuste muni d'une longue vergue pour recevoir une voile latine. Propulsé au moyen d'une voile, le *beden* peut aussi être manœuvré au moyen de rames. Le gouvernail, attaché à l'étambot par des cordes, est relativement petit. Concernant les aménagements, le *beden* reçoit aussi sur son fond de cale de larges tapis en fibres végétales, destinés probablement à protéger la coque (fig. 125d).

Les *bedan* sont employés pour la pêche, et notamment la pêche au requin, et sont destinés à évoluer dans les eaux côtières de la Somalie. Lorsqu'il ne naviguent pas, ces embarcations, après s'être littéralement jetées sur la côte, sont en revanche habituellement tirées au sec sur la plage (fig. 125a). Leurs bordages cousus leur confèrent ainsi des qualités d'élasticité qui leur permettent d'être parfaitement adaptés à cet espace de navigation, qui se caractérise par des hauts-fonds et des vagues importantes, ainsi qu'à

l'échouage sur la plage. C'est sans doute ce qui explique leur survivance, au moins jusqu'aux années 1980[989].

Concernant la durée de vie des *bedan*, un informateur local de N. Chittick lui a indiqué que ces bateaux avaient une durée de vie très longue, de l'ordre de 70 ans et que les assemblages par ligatures n'avaient besoin d'être remplacés que tous les dix ans[990] (fig. 125f). Comme l'a souligné Chittick, ces chiffres, au regard des autres bateaux "cousus" étudiés, paraissent sans aucun doute exagérés et doivent assurément être nettement revus à la baisse.

3. Au sud de la péninsule arabique : les bateaux cousus du Yémen

En février 2004, des clichés d'un bateau cousu, abandonné près du village de Quasay'ir, à environ 150 km à l'est de Mukalla, sur la côte sud du Yémen, ont été réalisés par Mme Danièle Foy (LAMM/CNRS-Université de Provence) au cours d'un voyage dans le sud de la péninsule arabique (fig. 126a). Abandonné probablement depuis quelques années, comme en témoignent l'affaissement de ses flancs, le mauvais états des ligatures conservées en place et son enfouissement partiel sous une couche de terre, ce bateau est vraisemblablement l'un des derniers témoins d'une ancienne construction navale traditionnelle[991] dont les origines remontent au moins au début de notre ère, comme en témoigne le *Périple de la mer Érythrée* (15 : 5.30)[992]. Aucune étude exhaustive, à ma connaissance, n'a été réalisée sur les bateaux cousus du Yémen et seul le baron Bowen Jr. nous décrit, dans un article consacré aux embarcations primitives arabes, les bateaux cousus de la côte sud yéménite[993]. Ses propos sont rapportés de la manière suivante dans la publication de P. Poumailloux[994] :

> « Bien qu'il n'ait pu observer lui-même le processus de couture utilisé, l'inspection d'un certain nombre de coques lui a permis de discerner une certaine similarité avec le type de couture décrit par Hornell pour le *mtepe*. Des trous espacés de 5 à 7,5 cm étaient pratiqués le long des bords des planches des virures à moins de 2 cm du rebord,

[989] Si N. Chittick enregistrait encore, en 1975, 25 *bedan* à Bender-Beila, située au sud du Cap Guardafui (cf. **Chittick 1980**, p. 299), je n'ai pu trouver aucune documentation indiquant, en effet, que ces bateaux étaient encore en usage actuellement.
[990] **Chittick 1980**, p. 302-303.
[991] D. Foy m'a en effet indiqué que les bateaux cousus, au Yémen, n'étaient plus construits depuis une dizaine d'années.
[992] Cf. Texte traduit et commenté par L. Casson (**Casson 1989**).
[993] **Bowen Jr. 1952**.
[994] **Poumailloux 1999**, p. 282.

puis les bordés étaient cousus ensemble avec une couture continue. Ensuite, un rembourrage était lacé sous la couture à l'intérieur de la coque, les points présentant un aspect croisé identique à celui du *mtepe*. À l'extérieur, des rainures étaient pratiquées entre les deux trous des bordés opposés de manière à ce que les points verticaux n'offrent pas de résistance à la friction, étant encastrés dans la rainure. Cependant, il n'a pu observer si les trous étaient obturés ou non par des chevilles depuis l'intérieur, mais il ne lui semble pas que ce fut le cas ; de toute manière, les points n'étaient pas arasés comme sur le *mtepe*. L'assemblage était renforcé par des goujons de bambou, enfoncés obliquement d'une virure à l'autre, entre chaque paire de points, dans des trous pratiqués de l'extérieur d'une virure en finissant à l'extérieur de la virure inférieure.

Le long de l'étrave et de l'étambot et à une distance d'environ 45 cm le long de la quille à chaque extrémités, les points croisés apparaissent à l'extérieur de la coque. Le Baron Bowen Jr. fait remarquer que ce type de rembourrage extérieur à l'étrave et à l'étambot se retrouve aussi sur les *masulas* de Madras, les *bedan* d'Oman et les *mitepe* de Lamu. D'après lui, c'est parce qu'il semble qu'il soit impossible de rembourrer la coque à l'intérieur à ces endroits là. »

L'observation des photographies prises par D. Foy montre que le bateau cousu de Quasay'ir correspond bien à cette description que l'on peut par ailleurs compléter en ajoutant tout d'abord que le système architectural du bateau intéressé est constitué d'une charpente axiale – composée d'une quille, d'une étrave et d'un étambot – d'un bordé et d'une membrure (fig. 126a et fig. 126b). Si aucune pièce de membrure n'a été conservée – ayant probablement fait l'objet d'une récupération après l'abandon du bateau – on peut néanmoins en observer les empreintes laissées sur l'intérieur du bordé (fig. 126c). La description des assemblages par le baron Bowen Jr. peut également être complétée en indiquant, d'une part, que le système d'assemblage liant l'ensemble des pièces du bordé entre elles, y compris l'assemblage quille-galbord et l'assemblage des extrémités des virures à l'étrave et à l'étambot, est un système d'assemblage par ligatures longitudinales. Celui-ci est, comme l'a décrit Bowen, réalisé au moyen de trous percés sur les bords des pièces et traversant de part en part l'épaisseur du bordé. Le « rembourrage [..] lacé sous la couture à l'intérieur de la coque » auquel il fait ensuite référence correspond aux bourrelets d'étanchéité disposés longitudinalement sur les joints de virures à l'intérieur de la coque (fig. 126c) ainsi que sur les joints d'assemblage des extrémités – sur les extrémités de la quille ainsi que sur les pièces d'étrave et d'étambot (fig. 126b) – à l'extérieur de la coque. Il s'agit d'un ensemble de cordelettes, réalisées vraisemblablement

avec la même fibre végétale que celle employée pour la confection des ligatures[995] qui est en effet disposé sous la couture d'assemblage et est ainsi compressé par le passage de la ligature qui effectue quatre "transfilages" d'une extrémité à l'autre de la coque, pour chaque section de bordé assemblée[996]. Les quatre passages de la ligature dessinent, sur l'intérieur de la coque ainsi que sur l'extérieur, au niveau des extrémités, une succession de croix séparées par des traits verticaux (IXIXIXI), tandis que sur l'extérieur de la coque, la ligature dessine uniquement une succession de traits verticaux (IIIIIII). Ressortant sur l'extérieur, la ligature est en effet, comme le précise Bowen, recueillie par des rainures – ou gorges – creusées entre les canaux disposés en vis-à-vis d'une virure à l'autre et permettant de la protéger de tout frottement. Bowen n'a pu observer la présence ou non de petites chevilles de blocage insérées dans les canaux après le passage de la ligature, mais il pense que les constructeurs n'y ont pas eu recours. C'est pourtant l'inverse que l'on semble observer sur les clichés du bateau de Quasay'ir (fig. 126d). En revanche, Bowen nous apprend que « l'assemblage était renforcé par des goujons de bambou, enfoncés obliquement d'une virure à l'autre, entre chaque paire de points, dans des trous pratiqués de l'extérieur d'une virure en finissant à l'extérieur de la virure inférieure ». C'est sans doute ce que l'on peut également observer sur les clichés, disposés entre chaque point d'assemblage (fig. 126d). Il s'agit vraisemblablement d'éléments employés pour le pré-assemblage des pièces, avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures, et jouant ensuite un rôle dans le système d'assemblage par la prévention du risque de cisaillement des ligatures en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres. La technique d'assemblage mise en œuvre est donc celle des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage.

Concernant l'assemblage des pièces de membrure, si celles-ci n'ont pas été conservées, on peut néanmoins observer, sur l'intérieur du bordé, et encadrant chaque empreinte de membrure, la présence d'évidements creusés dans l'épaisseur des virures et d'où ressortent des fragments de ligatures arasées (fig. 126c). La disposition et la localisation de ces canaux indiquent que le système d'assemblage employé pour la fixation de la membrure au bordé était un système d'assemblage par ligatures externes mis vraisemblablement en œuvre au moyen de la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant au travers de canaux ne ressortant pas sur l'extérieur bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage. On observe en effet aucune trace de ces évidements sur l'extérieur du bordé, indiquant par conséquent que

[995] Bien que Mme D. Foy n'ait pu me préciser le type d'espèce végétale employé pour les assemblages, il est fort probable qu'il s'agisse, comme pour l'ensemble des bateaux cousus de l'océan Indien, de la fibre de coco (cf. *supra*, les *mitepe* et les *bedan* ; et *infra*, les *odams* et les chelingues).
[996] L'observation des photographies agrandies montre en effet quatre passages transversaux de la ligature pour chaque point d'assemblage réalisé.

ceux-ci ne traversaient pas l'épaisseur du bordé et qu'aucune cheville n'était donc nécessaire pour assurer l'étanchéité du système.

Ce type de construction, dans lequel les pièces de bordé, montées dans un premier temps à partir de la charpente axiale, sont assemblées régulièrement et de manière homogène entre elles et auxquelles est associée une membrure qui lui est fixée dans un second temps, renvoie à un principe de construction « sur bordé »[997].

Le bateau cousu de Quasay'ir, ainsi construit, correspond à une petite embarcation de moins de 10 m de longueur et dont les extrémités pincées sont élancées. Par sa forme, sa structure et ses assemblages, il devait donc être en tous points identique au bateau cousu photographié à Taqa, situé également dans la péninsule sud arabique, en Oman (à l'est de Salalah), et publié dans l'article de Chittick consacré aux *bedan* de Somalie (cf. *supra*)[998] (fig. 127a et fig. 127b). Vraisemblablement propulsées à la rame, ces petites embarcations devaient également recevoir une petite voile d'appoint[999]. Leur petite taille indique qu'il devait s'agir d'embarcations locales, sans doute destinées principalement à la pêche. Encore en usage dans les années 1950 sur l'ensemble de la côte sud yéménite, d'Aden à Shihr[1000], lorsque le baron Bowen Jr. rédige sa description, celui-ci rapporte également la raison essentielle donnée par les pêcheurs pour expliquer la survivance de ces bateaux cousus : il s'agit d'une embarcation parfaitement adaptée à cette côte caractérisée par des rouleaux et privée de baies. Il leur était alors plus facile de franchir la barre et de tirer leurs embarcations sur le rivage[1001]. Les pêcheurs insistent également sur la grande résistance et la flexibilité de ce type d'embarcation.

Les assemblages, la structure et la forme des bateaux cousus de Quasay'ir, au Yémen et de Taqa, en Oman, mais aussi leurs qualités d'élasticité mises en relation avec un même type d'espace de navigation, les apparentent donc aux *mitepe* de Lamu et aux *bedan* de Somalie[1002].

4. Sur la côte occidentale de l'Inde, l'*odam* des îles Laquedives

[997] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[998] **Chittick 1980**, fig. 13 et 14, p. 307.
[999] Sur la fig. 127a, on distingue en effet une paire de rames et une cavité percée dans un des bancs de nage situé au centre de l'embarcation et vraisemblablement destinée au passage d'un petit mât.
[1000] Il semblerait que si les bateaux cousus ne sont plus construits au Yémen depuis une dizaine d'année, ils le sont en revanche toujours sur la côte sud de l'Oman. Information communiquée par Mme D. Foy.
[1001] **Poumailloux 1999**, p. 282.
[1002] Il faut également noter que le baron Bowen Jr. qualifie les bateaux cousus d'Oman de *« bedan »* (cf. **Poumailloux 1999**, p. 283) signifiant probablement que les bateaux cousus de la péninsule sud-arabique sont apparentés à la même famille architecturale que les bateaux cousus de la côte somalienne.

L'*odam* est un type de bateau cousu que l'on rencontre sur les îles Laquedives situées sur la côte occidentale de l'Inde, en mer d'Oman (fig. 128a). Bien que leur nombre tende à diminuer, les *odams* sont toujours utilisés pour le transport maritime et la pêche et sont encore construits de nos jours selon un savoir-faire traditionnel très ancien. Ils ont ainsi fait l'objet d'une étude remarquable et d'une très belle publication de la part d'une ethno-archéologue indienne, Lotika Varadarajan[1003].

L'*odam* est donc un bateau de transport ou de pêche dont les dimensions sont variables et qui peut vraisemblablement atteindre des longueurs importantes, probablement proches de l'ordre de vingt mètres[1004]. Il est construit, autour d'une charpente axiale, sur « bordé premier », avec les planches de bordé montées en premier et les membrures, insérées dans la coque au fur et à mesure de sa construction[1005].

Concernant les assemblages, les pièces de la charpente axiale, quille, étrave et étambot, sont liées ensemble au moyen d'écarts semblables aux « traits de Jupiter » que l'on rencontre dans la construction navale antique méditerranéenne. L'assemblage du galbord à la quille, de même que pour l'ensemble du bordé, est assuré par des ligatures en coir, c'est-à-dire en fibres de noix de coco (fig. 128b à 128f). Sur les plus grands *odams*, des chevilles sont également employées pour le pré-assemblage de la quille et des deux premières virures, le galbord et le ribord. Elles servent ensuite, une fois l'assemblage réalisé au moyen de ligatures, de renforts supplémentaires pour cette zone correspondant au fond de carène de la coque qui subit les plus fortes tensions au cours de la navigation. Les chevilles sont disposées selon un rythme de cinq chevilles tous les 4 m, ces 4 m représentant une section d'assemblage propre. À partir de la troisième virure, ces chevilles de pré-assemblage ne sont plus utilisées et ce sont des fixations temporaires qui sont alors employées pour le montage des bordés. Avant de réunir les virures, de la bourre de coco enduite d'une couche de *pantham* (fig. 128g), une substance résineuse, est disposée sur les cans des virures pour assurer leur étanchéité. Cette technique d'étanchéité, qui consiste « à poser le matériau d'étanchéité entre deux bordages avant leur assemblage » est appelée « lutage »[1006]. L'emplacement des canaux à percer pour le passage des ligatures est ensuite repéré, sur le bord des virures, par un fil de carbone noir (fig. 128h). Comme pour l'insertion des chevilles de pré-assemblage, les canaux destinés au passage de la ligature sont également percés au moyen d'un foret à archet (fig. 128i). Il s'agit de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur du bordé. Afin de recueillir la ligature, et que celle-ci ne soit en proéminence sur la face externe du bordé, des entailles, ou gorges,

[1003] **Varadarajan 1998**.
[1004] L. Varadarajan ne précise à aucun moment ces dimensions qui sont déduites à partir des photographies publiées dans son ouvrage (cf. **Varadarajan 1998**).
[1005] **Pomey 1988** ; **1998 a** ; **2004**.
[1006] Cf. **Arnold 1992 b**, p. 87.

sont également creusées sur ce côté de la coque, rejoignant ainsi la sortie du canal au bord de la virure (fig. 128j et 128k). Avant de réaliser l'assemblage au moyen de ligatures, des cordelettes en fibre de coco sont tendues d'une extrémité à l'autre, le long des joints de virures internes (fig. 128l). Ces cordelettes, ainsi disposées, jouent le rôle des rouleaux d'étanchéité retrouvés sur les bateaux cousus antiques, participant de la même manière à l'étanchéité du système tout en permettant un meilleur serrage des liens en même temps qu'elles servent d'« amortisseur » pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subit une déformation au cours de la navigation. L'assemblage est ensuite réalisé au moyen d'une ligature constituée de quatre brins en fibres de coco toronnés ensemble. Il s'agit d'un assemblage continu, courant d'une extrémité à l'autre du bateau correspondant au système d'assemblage par ligatures longitudinales.

Pour un grand *odam*, l'opération d'assemblage requière la présence de huit « couseurs », quatre placés à l'intérieur de la coque, et quatre placés à l'extérieur. Ceux placés à l'intérieur assurent directement la réalisation et la gestion de l'assemblage par ligatures, ce sont les « maîtres-couseurs », tandis que ceux placés à l'extérieur suivent les directives données par les maîtres-couseurs, ce sont leurs assistants (fig. 128m). L'aiguille, utilisée pour le passage de la ligature au travers des canaux, est faite avec une nervure de feuille de cocotier. Elle ne présente pas de chat et la ligature n'est pas enfilée dans un sens conventionnel, mais est attachée par une sorte de nœud à l'autre extrémité de l'aiguille. L'assemblage est alors réalisé section par section, d'un bout à l'autre d'une même virure, avant de passer à la virure supérieure. Pour faciliter le serrage, le premier point d'assemblage est tenu en place, à l'intérieur de la coque, grâce à une cheville autour de laquelle la ligature est enroulée et bloquée par un nœud (fig. 128n). La ligature est passée une première fois de l'intérieur vers l'extérieur. Pour favoriser sa tension, le maître-couseur martèle la ligature dans son passage (fig. 128m) tandis que l'assistant, à l'extérieur, enroule la ligature autour d'un levier de tension qu'il ramène vers lui, en prenant appui sur la coque. L'opération est ensuite répétée à l'intérieur de la coque après que l'assistant ait repassé l'aiguille de l'autre côté. Du côté interne de la coque, les quatre brins constituant la ligature sont par ailleurs détendus afin que la ligature s'étende mieux sur le rouleau d'étanchéité (fig. 128o). Lors du premier passage, ou "transfilage" de la ligature, la couture forme une succession de V (fig. 128p). Avec le deuxième "transfilage", où la ligature effectue alors le passage retour, la couture forme une succession de croix séparés de chaque côté par un trait vertical (IXIXIXI) (fig. 128q). En même temps que l'assemblage progresse, les cordes du rouleau d'étanchéité, ainsi que les points de couture, sont compressées par martelage (fig. 128r et 128s). Pour achever une section d'assemblage, le dernier point est laissé en place avec une cheville insérée dans le canal, dans le sens de passage de la ligature, tandis que le reste de la ligature est serré progressivement (fig. 128t). Le processus d'assemblage, pour la liaison de la prochaine

section à assembler, reprend ensuite à partir de ce point. Mais avant de recommencer une nouvelle section, les canaux, au travers desquels la ligature est passée, sont d'abord obturés avec de la fibre de coco chassée à partir de l'intérieur à l'aide d'une cheville pointue (fig. 128u). L'excédent de fibre est ensuite coupé à ras à l'aide d'un couteau. Une fois qu'une section de bordé est entièrement assemblée, le même procédé d'assemblage est répété sur la section suivante (fig. 128v), et ainsi de suite jusqu'à l'assemblage complet de l'ensemble des virures. Le système d'assemblage employé dans le montage du bordé des *odams* est donc le système d'assemblage par ligatures longitudinales réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage pour la quille et les trois premières virures.

Parallèlement à l'assemblage du bordé, les membrures sont progressivement insérées et fixées à l'intérieur de la coque, également au moyen de ligatures (fig. 128 w). Le système d'assemblage employé pour la fixation des membrures, de forme quadrangulaire, est un système par ligatures externes mis vraisemblablement en œuvre au moyen d'une technique d'assemblage par des points de ligatures externes se fixant sur deux virures adjacentes, sans autre élément d'assemblage associé (fig. 128x). On ne sait cependant pas si les canaux de passage des ligatures, percés dans l'épaisseur des virures correspondant aux assemblages, ressortaient ou non sur la face externe du bordé.

Une fois la coque entièrement construite, l'étanchéité était finalement complétée, en plus de la technique du lutage employée dans l'assemblage des bordages, des rouleaux d'étanchéité et de l'obturation des canaux de passage par des fibres de coco, par l'application d'une couche de *pantham* sur toute la surface interne du bordé. Pour la surface externe, de la chaux est ajoutée à cette substance résineuse afin de la rendre plus consistante et permettre ainsi de colmater les rainures creusées entre les canaux et les joints de virures, protégeant de la sorte les ligatures qui y sont logées. Pour finir, de l'huile de requin, localement disponible, ou de l'huile de sardine importée de Cochin, en Inde, est également appliquée sur toute la surface de la coque (fig. 128 w). L'application de l'huile se fait au soleil et *l'odam* est ensuite laissé à sécher à l'air libre durant quatre à cinq jours. Une fois que l'huile s'est infiltrée dans le bois, elle sert également d'agent antifongique. L'extérieur de la coque est quant à elle poncée au sable et est ensuite enduite avec la même huile de requin ou de sardine, mélangée ici avec de la fibre de coco carbonisée et réduite en poudre afin de lui donner sa couleur noire caractéristique (fig. 128a).

Concernant la répartition des tâches liées à la construction d'un *odam*, bien qu'aujourd'hui celles-ci ne soient plus aussi clairement démarquées qu'auparavant, la charpenterie et la couture sont normalement réalisées par deux groupes de spécialistes

différents. Par ailleurs, l'application finale du *pantham* ainsi que de l'huile de poisson incombe au propriétaire qui fait appel, pour cet ouvrage, à d'autres professionnels. La réalisation de la voile et des accessoires du gréement est également effectuée par un groupe d'ouvriers différent.

L'*odam* ainsi construit est un bateau de forme ronde, bas sur l'eau et aux extrémités élancées. La qualité principale de ce bateau cousu est certainement son élasticité qui en fait un bateau parfaitement adapté aux caractéristiques de l'océan Indien, présentant des hauts-fonds et de nombreux rochers. Si l'*odam* est encore construit de nos jours, c'est donc qu'il répond parfaitement aux besoins des marins des îles Laquedives, à la fois sur le plan nautique, mais également sur le plan écologique puisque la ligature et l'étanchéité de l'*odam* sont réalisés avec des fibres de coco, le coir représentant une des ressources principales de cet ensemble d'îles.

En définitive, l'*odam*, de par son système architectural, son principe de construction « sur bordé » et ses assemblages par ligatures en fibres de coco réalisés selon un même système et une même technique, est un type de bateau cousu proche du *mtepe*, du *beden* et des bateaux cousus de la péninsule sud-arabique. La description donnée par L. Varadarajan du procédé d'assemblage par ligatures complète ici celle fournie par P. Poumailloux pour les *mitepe*. En revanche, L. Varadarajan, ne nous précise pas, comme pour les *mitepe*, le rythme et la technique de réfection des assemblages par ligatures.

5. Sur la côte orientale de l'Inde, la chelingue de la côte de Coromandel

La chelingue fait partie d'un ensemble de bateaux appelé *« masulas »* par les Européens désignant l'ensemble des bateaux cousus dépourvus de membrure que l'on rencontre sur la côte est de l'Inde[1007]. Les *masulas* sont généralement les bateaux les plus représentés et les plus cités dans les travaux portant sur les bateaux traditionnels du monde, comme exemple de constructions non assemblées avec des clous ou des chevilles. Parmi les *masulas*, la chelingue est l'embarcation la plus évoquée de tous. Il s'agit d'une embarcation caractéristique de la côte de Coromandel, située au Sud-Est de l'Inde. D'origine probablement très ancienne, les premiers enregistrements de cette embarcation datent du XVII^{e} s. avec un dessin réalisé par le voyageur Thomas Bowrey[1008]. On doit cependant la première véritable approche ethnographique de ce bateau à l'amiral F.-Ed. Pâris qui, au cours de son voyage sur la *Favorite*, dans la première moitié du XIX^{e} s., en plus de réaliser ses traditionnelles aquarelles permettant de remettre en contexte le bateau

[1007] **Kentley 1985**, p. 303.
[1008] **Kentley 1996**, fig. 5, p. 255.

observé (fig. 129a et 129f), en leva un plan (fig. 129b) accompagné d'une description[1009]. Il en donna également une définition très précise dans son *Dictionnaire de la Marine à Voiles* co-écrit avec le capitaine de vaisseaux Bonnefoux[1010]. Plus d'un siècle plus tard, dans les années 1980, une équipe du *National Maritime Museum* (Londres) organisa, sous la direction d'Eric Kentley, une expédition sur la côte est de l'Inde pour y étudier la tradition technique, encore vivante, des bateaux cousus de cette côte, avant que ceux-ci ne disparaissent[1011]. Parmi les *masulas* de la côte est de l'Inde[1012], Kentley et son équipe distinguèrent trois sous-ensembles de bateaux cousus, les chelingues correspondant au sous-groupe qu'ils appellent « Tamil Nadu », de la région du même nom[1013]. Dernièrement, en 1998, un universitaire de la Faculté d'Histoire de Provence, M. G. Comet, a rapporté d'un voyage en Inde des clichés d'une chelingue échouée sur une plage de la côte de Coromandel, témoignant ainsi de la persistance de leur construction et de leur usage, selon des formes et une structure très proche de celles décrites un siècle et demi plus tôt par l'amiral Pâris (fig. 129c à 129e).

Grâce aux observations et aux dessins effectués par Pâris et à l'enquête ethnographique conduite par l'équipe du *National Maritime Museum*, on dispose donc d'un certain nombre d'informations concernant cette embarcation et ses assemblages par ligatures.

Pâris l'a décrite comme étant une embarcation à « coque courte, à fond plat, [et] aux flancs très hauts », « ayant la forme d'une caisse dans sa partie centrale et pointue sur les deux bouts » dont les dimensions sont de l'ordre de 10 à 12 m de longueur pour un peu plus de 3 m de largeur et de 2 m de creux[1014]. Elle est par ailleurs construite « sur bordé », autour de deux virures axiales formant le fond plat de l'embarcation, mais elle est en revanche dépourvue de membrure. Ce sont les baux transversaux qui assurent le renfort transversal de la coque, tout en servant également de bancs de nage aux rameurs qui assurent la propulsion du bateau au moyen d'avirons, à pelle ronde ou ovale, prenant appui sur des tolets fixés au plat-bord. L'arrière présente également une partie pontée sur laquelle se tient le timonier qui dirige la chelingue avec un long aviron de gouverne attaché à la tête de l'étambot.

Concernant les assemblages des bordés, ceux-ci sont assurés par une ligature en fibre de coco qui vient enserrer un bourrelet d'étanchéité également constitué de fibres de coco et disposé sur les joints de virures. À l'époque où Pâris décrit les chelingues, il note

[1009] **Pâris 1830-1832** (cf. **Rieth 1992**, p. 57 et pl. 7) ; **1843** (cf. **Rieth 1993**, p. 56-57 et pl. 27, 140).
[1010] **Bonnefoux et Pâris 1999** (1ère éd. 1856), p. 169-170.
[1011] Cf. **Kentley 1985** ; **1996**.
[1012] En 1979, E. Kentley indique qu'il y avait encore 4700 *masulas* encore en usage sur l'ensemble de la côte est de l'Inde (cf. **Kentley 1985**, p. 303).
[1013] **Kentley 1985**, p. 303 ; **1996**, p. 250.
[1014] **Pâris 1830-1832** (cf. **Rieth 1992**, p. 57) ; **Bonnefoux et Pâris 1999**, p. 169.

que ces bourrelets sont disposés à l'intérieur de la coque pour le fond de la chelingue et à l'extérieur pour les virures situées au niveau des flancs (fig. 129a et 129b). Peu de temps après où Pâris écrit, Kentley remarque cependant que les modèles et les illustrations de *masulas* « Tamil Nadu » montrent, dès le milieu du XIX^{e} s., une disposition de ces bourrelets exclusivement à l'intérieur de la coque, excepté aux extrémités où ils sont disposés à l'intérieur et à l'extérieur sur les joints d'assemblage unissant les virures à l'étrave et à l'étambot[1015]. Un siècle et demi plus tard, on observe encore cette disposition des bourrelets d'étanchéité sur les chelingues (fig. 129c et 129d).

Concernant plus précisément les opérations d'assemblage, Kentley, qui a pu assister à la construction d'une chelingue traditionnelle, rapporte que celles-ci sont effectuées par deux hommes, l'un se trouvant à l'intérieur de la coque, et l'autre se trouvant à l'extérieur[1016]. Ils commencent généralement l'assemblage au milieu du bateau et travaillent en direction des extrémités. Aucune petite cheville n'est utilisée pour le pré-assemblage des bordages qui sont tenus en place au moyen de points de ligatures provisoires. La ligature, utilisée pour les assemblages, est constituée de deux brins en fibre de coco toronnés ensemble. Pour se passer la ligature d'un côté à l'autre, les hommes utilisent une aiguille dans laquelle est enfilée la ligature et qu'ils passent ensuite dans les canaux verticaux percés de part en part et en vis-à-vis sur le bord des planches. Ils effectuent ainsi au moins deux allers-retours, ou "transfilages" dessinant, sur l'intérieur de la coque, des croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI) et, sur l'extérieur, une série de traits verticaux ou obliques (IIIIIII ou ///////) (fig. 129c et 129d). Une fois l'assemblage réalisé, les trous se trouvant sous la ligne d'eau sont obturés à partir de l'intérieur avec des petites chevilles. Pâris a également observé qu'au bout d'un certain temps d'utilisation, les canaux destinés au passage des ligatures se déformaient et s'élargissaient et étaient donc bouchés à l'aide de petites chevilles[1017].

Le système d'assemblage employé pour la construction des chelingues renvoie donc au système d'assemblage par ligatures longitudinales réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage pour le fond de carène. Selon cette technique, les ligatures ressortent donc sur la face externe du bordé, mais contrairement à ce que l'on a déjà pu voir avec d'autres types de bateaux cousus (cf. *supra* les *mitepe* ?, les *bedan* de Somalie, les bateaux cousus du Yémen et d'Oman ainsi que les *odams* des îles Laquedives), aucune rainure, ou gorge, ne vient recueillir la ligature entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis. Les ligatures, mises directement au contact de l'eau et soumises aux frottements lors de l'échouage des embarcations sur la plage, devaient donc

[1015] **Kentley 1996**, p. 257.
[1016] **Kentley 1996**, p. 251 et 253.
[1017] **Pâris 1843** (cf. **Rieth 1993**, p. 56).

s'abîmer rapidement. Pâris note ainsi que les coutures étaient entièrement renouvelées une fois par an[1018].

Avec ses bordés cousus de cette manière et en l'absence de toute membrure, la chelingue présente ainsi des qualités d'élasticité et de souplesse qui en font une embarcation parfaitement adaptée à la côte de Coromandel, caractérisée par la présence d'une houle permanente formant des vagues exceptionnellement hautes. Là où des coques assemblées par des clous ou des chevilles se briseraient sur les lames, les chelingues au contraire, grâce à leur souplesse et leur légèreté, sont soulevées par les lames, et leurs flancs hauts leur évitent d'embarquer des paquets d'eau. Passé la barre houleuse, leur fond plat leur permet ensuite de venir aborder sur les plages où elles se jettent alors en travers et s'échouent. Aussi, même si la chelingue est décrite comme étant « grossièrement construite » par Pâris, celui-ci rajoute également qu'elle est « si bien assortie aux localités que, malgré de nombreux essais, les Européens n'ont pu la perfectionner […] »[1019]. Kentley rajoute pour sa part que la technique d'assemblage par ligatures, formant une succession de croix séparés par des traits verticaux, est également adaptée à ces conditions de navigation exceptionnelles. Ce type de ligature leur permettrait en effet de s'étirer comme une étoffe.

Au début du XIX^{e} s., les chelingues étaient essentiellement utilisées pour transporter les marchandises et les passager entre les navires mouillés plus au large et la côte (fig. 129f). D'après E. Kentley, ils ne sont plus utilisés aujourd'hui que pour la pêche, et plus exceptionnellement pour effectuer des liaisons entre certains villages de pêcheurs[1020].

6. Conclusion sur les bateaux cousus de l'océan Indien

L'étude ethnographique des bateaux cousus rencontrés sur la côte est africaine (Kenya, Somalie), dans la péninsule sud arabique (Yémen, Oman) ainsi que sur la côte occidentale (îles Laquedives) et orientale (côte de Coromandel) de l'Inde révèle finalement la réalité de deux types de bateaux cousus.

Le premier type est représenté par les *mitepe* (Lamu, Kenya), les *bedan* (Somalie), les bateaux cousus de la péninsule sud-arabique (Yémen et Oman) ainsi que par les *odams* des îles Laquedives (Inde occidentale). L'ensemble de ces bateaux présente en effet un même système architectural avec une charpente axiale constituée d'une quille, d'une

[1018] **Pâris 1830-1832** (cf. **Rieth 1992**, p. 57).
[1019] **Pâris 1830-1832** (cf. **Rieth 1992**, p. 57).
[1020] **Kentley 1996**, p. 247.

étrave et d'un étambot, autour de laquelle est monté le bordé et auquel est associée une membrure. Cet ensemble de bateaux présente également un même principe de construction « sur bordé » avec les éléments constitutifs de la charpente axiale et du bordé assemblés entre eux par un système de ligatures longitudinales. La technique mise en œuvre, pour réaliser ces assemblages, est également identique avec des chevilles de pré-assemblage et des ligatures en fibres végétales, de la fibre de coco, passées de manière continue dans des canaux percés de part en part sur les bords des pièces à assembler, en association avec des petites chevilles de blocage et dessinant une même succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI) sur l'intérieur de la coque ainsi qu'aux extrémités, sur l'extérieur, et une série de traits verticaux ou obliques (IIIIIII //////) sur l'extérieur. Les ligatures ressortent donc sur la face externe du bordé et sont alors recueillies, pour les protéger d'une usure par frottement, dans une gorge creusée entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis. Les systèmes d'étanchéité varient peu ou prou d'un bateau à un autre et peuvent associer soit une technique de calfatage (*mitepe*, *bedan*) ou de lutage (*odams*) consistant à placer, par la force ou non, un matériau d'étanchéité entre les cans des virures avant leur réunion, à un bourrelet d'étanchéité constitué soit d'un ensemble de cordelettes (bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, *odams*) soit de bourres de fibres de coco (*mitepe*, *bedan*) disposé sur les joints de virures internes et également sur l'extérieur au niveau des extrémités, avant le passage de la ligature. Généralement, des petites chevilles (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique) ou des fibres de coco (*odams*) viennent également obturer les canaux une fois l'assemblage réalisé. De manière générale, la coque, une fois terminée est enduite intérieurement et extérieurement par une substance résineuse, complétée par l'application d'une huile de poisson. La membrure, insérée dans la coque dans un deuxième temps, est fixée au bordé également au moyen de ligatures végétales, selon un système d'assemblage par ligatures externes. Ainsi construits, ces bateaux présentent finalement la même forme, basse sur l'eau avec des extrémités élancées et pincées et sont propulsés à la rame et à la voile. Seule leur taille varie, de l'ordre de 8-10 m (*bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, *odams*) pour les plus petits, aux alentours de 20 m (*mitepe*, *odams*) pour les plus grands. Les plus grands sont utilisés pour la pêche et le transport, tandis que les plus petits sont principalement utilisés pour la pêche. Bien qu'évoluant chacun dans un espace de navigation restreint, de type côtier, il s'agit vraisemblablement d'une famille de bateaux caractéristique de la mer d'Oman dont la proximité des côtes est marquée par des hauts-fonds, de nombreux rochers ainsi que par des vagues courtes et cassantes.

On ne peut s'empêcher de penser ici aux boutres désignant, de manière générale, des « petits navires arabes à voile » caractéristiques de la mer Rouge, de la côte orientale d'Afrique et du Golfe Persique. Si les *odams* d'Inde occidentale n'entrent pas dans cette définition, les similarités entre ces bateaux et les bateaux « arabes » sont pourtant très grandes. De même que P. Poumailloux a montré que le *mtepe* avait subit des influences

arabes, indiennes et perses, les *odams* ont en effet certainement également emprunté à la construction navale arabe, et inversement[1021]. La reconstitution et la construction d'un navire marchand arabe du VIII[e] s. qui sillonnait l'océan Indien au temps des Abbassides par Tim Severin, pour réaliser le septième et dernier voyage effectué par Sindbad le marin, d'Oman en Chine, est de ce point de vue révélateur[1022]. Il s'agit en effet d'un boutre cousu, baptisé le *Sohar*, dont la construction a été réalisée en Oman en 1980 mais avec une main d'œuvre employée pour réaliser les assemblages par ligatures originaire des îles Laquedives et spécialisée dans la construction des *odams*. Le navire, construit en 1980, mesure 26 m de longueur pour une largeur au maître-bau de 6,10 m et une jauge de 60 tonnes (fig. 130a). Les ligatures ont été réalisées en fibres de coco importées des îles Laquedives et au total, ce sont 645 000 m de cordes qui ont été utilisées pour l'assemblage de l'ensemble de la coque, selon des systèmes et des techniques d'assemblage similaires à celles décrites pour les *mitepe*, les *bedan*, les bateaux cousus de la péninsule sud-arabique et les *odams*. Une fois la coque entièrement construite, les bourrelets d'étanchéité en fibres de coco ainsi que les ligatures disposées à l'intérieur furent également entièrement imbibées d'huile végétale issue de la noix de coco (fig. 130b). La fibre de coco des ligatures et des bourrelets d'étanchéité absorbe ainsi l'huile et T. Severin précise que les ouvriers des Laquedives lui auraient dit que la corde devait rester en permanence imbibée d'huile. Si la corde est régulièrement passée à l'huile, c'est-à-dire tous les quatre à six mois, le bateau est supposé, en effet, durer plus de soixante ans. Le voyage de 6000 milles, effectué d'Oman à Canton, par le *Sohar* ainsi construit, s'est effectué en sept mois et demi au cours desquels la vitesse maximale atteinte a du s'élever à 8 ou 9 nœuds pour une vitesse moyenne globale de 2 nœuds. Par ailleurs, au cours de la navigation, T. Severin affirme ne pas avoir eu à souffrir de voies d'eau, le seul endroit où des infiltrations se produisirent étant au niveau du joint d'assemblage réunissant le galbord à la quille.

Le second type de bateau cousu abordé dans cet aperçu global des bateaux cousus de l'océan Indien, est la chelingue (Inde orientale). Également construite sur bordé, cette embarcation ne présente pas, à l'inverse des bateaux cousus de la mer d'Oman, de quille mais un fond plat avec deux virures centrales ; elle est en outre dépourvue de membrures mais dispose de baux transversaux qui assurent le renfort transversal de la coque. De même, si le système d'assemblage par ligatures employé pour le montage du bordé des chelingues est similaire à celui utilisé dans les *mitepe*, les *bedan*, les bateaux cousus de la péninsule sud arabique ainsi que dans les *odams*, la technique d'assemblage associée, bien que mise en œuvre au moyen de ligatures en fibres de coco traversant des canaux percés

[1021] Varadarajan a notamment montré que parmi les traditions maritimes rencontrées dans la péninsule indienne, on trouvait la tradition de couture au coir des mers arabes et de la côte orientale d'Afrique (cf. **Varadarajan 1998**, p. 36).
[1022] Cf. **Severin 1984** ; **1985**.

de part en part sur les bords des planches et venant dessiner une succession de croix séparés par des traits verticaux sur l'intérieur et les extrémités (IXIXIXI), est en revanche ici plus sommaire. L'absence de cheville de pré-assemblage, jouant par la suite un rôle dans le système d'assemblage par la prévention du risque de cisaillement des ligatures en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres, le recours à des petites chevilles de blocage uniquement pour le fond de carène ainsi que l'absence de gorges destinées à recueillir la ligature sur la face externe du bordé, la soumettant de ce fait à une usure prématurée, montrent en effet le caractère rudimentaire de cet assemblage. Néanmoins, cette construction « grossière », comme l'a qualifiée l'amiral Pâris est parfaitement adaptée à la navigation sur la côte de Coromandel caractérisée par des hauts-fonds et des barres, ainsi qu'une houle permanente formant des vagues exceptionnellement hautes. Exclusivement spécifique de cette côte sud-est de l'Inde, la vocation essentielle de la chelingue est donc de passer les barres et non de véritablement naviguer, au sens propre du terme.

De manière plus générale, que ce soit en mer d'Oman ou sur la côte de Coromandel, la couture croisée des bordés de l'ensemble de ces bateaux leur confère, sur le plan mécanique, des qualités d'élasticité et de souplesse leur permettant de passer les barres, de véritablement onduler sur les vagues et de venir s'échouer sur les plages où ils viennent tous véritablement se jeter après leur sortie en mer. Ainsi malmenées, les coutures, pourrissant par ailleurs au contact de l'eau ou se détendant avec le temps, sont dans la plupart des cas entièrement refaites une fois par an, ce qui permet d'assurer une grande longévité au bateau, vraisemblablement de l'ordre de 50 à 60 ans.

Concernant les procédés de réalisation des assemblages par ligatures, l'étude ethnographique montre également, pour tous ces bateaux, la présence nécessaire de deux personnes, l'une se tenant assise à l'intérieur de la coque et l'autre se tenant debout à l'extérieur afin de se passer la ligature d'un côté à l'autre, dans un mouvement continu et selon plusieurs va-et-vient, pour assembler une section de bordé. Les outils employés sont également invariablement les mêmes : une aiguille pour effectuer le passage de la ligature, un maillet pour compresser le bourrelet d'étanchéité et marteler la ligature dans son passage ainsi qu'un levier de tension, généralement associé à une cheville de blocage, pour assurer la mise en tension de la ligature et son maintien.

B. Les bateaux cousus de l'océan Pacifique

Probablement employé pour la construction des premiers bateaux de planches assemblées de l'océan Pacifique, l'assemblage par ligatures est également encore fort

répandu dans le plus vaste océan du globe, essentiellement en Asie du Sud-Est et en Océanie. Objets d'étude depuis au moins le XIX[e] s. avec notamment les aquarelles, les plans et les descriptions précises fournis par l'amiral Pâris[1023], les bateaux cousus de ces régions sont relativement bien connus. Parmi ceux-ci, j'ai choisi de présenter, pour l'Asie du Sud-Est, un bateau cousu du Vietnam, le *ghe-nôc*, et pour l'Océanie, quelques exemples de pirogues cousues de Polynésie.

1. Le *ghe-nôc* du Vietnam

La pirogue vietnamienne appelée *« ghe-nôc »* est l'une des plus anciennes embarcations du monde pour laquelle les bordages sont encore assemblés entre eux au moyen de liens végétaux.

L'amiral Pâris, dans son *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens* (1843)[1024] fut le premier auteur à décrire en détail les bateaux cousus qu'il observa sur les côtes du Vietnam central, et notamment le *ghe-nôc* qu'il appelle *« gay-you »* (fig. 131a et 131e : ces pl. nous montrent le *gay-yew* en élévation et de profil sous voilure). Ses aquarelles commentées datent des escales de 1830 et 1831 de la *Favorite* à Da-Nang (Touranne), au sud de Huê. Plus récemment, P.-Y. Manguin s'est intéressé aux bateaux cousus du Sud-Est asiatique en général et s'est attaché, en s'appuyant essentiellement sur la description de l'amiral Pâris, à décrire le *ghe-nôc* en particulier[1025]. Dernièrement, dans un numéro de *Neptunia*, un article plus fourni a finalement été entièrement consacré au *ghe-nôc* en tant que patrimoine maritime vivant du Vietnam (fig. 131b)[1026].

La construction de cette embarcation, pour laquelle les chantiers sont concentrés dans la région de Huê, n'a guère changé au fil du temps. Sa coque est composée de cinq virures dont trois constituent une sole recourbée aux extrémités formant les levées tandis que les deux autres viennent former les flancs. L'ensemble est assemblé au moyen de chevilles et de ligatures végétales en rotin[1027]. Les chevilles, insérées dans les cans des bordages, correspondent vraisemblablement à des éléments de pré-assemblage employés pour le montage des bordages. Ceux-ci sont ensuite assemblés, de manière effective, au moyen de ligatures. Il s'agit d'une succession de points d'assemblage par ligatures indépendants et internes au bordé. Les ligatures sont ainsi passées au travers de mortaises

[1023] **Pâris 1830-1832** ; **1843**.
[1024] Cf. **Rieth 1993**.
[1025] **Manguin 1985**, p. 321-325.
[1026] **Amos 1998**.
[1027] Le rotin est la partie de la tige du rotang, une espèce de palmier d'Asie (cf. ***Le petit Larousse compact* 2003**).

creusées en forme de L ouvert sur les bords des virures, à partir de la face interne, et ne ressortant pas sur l'extérieur (fig. 131c). La ligature effectue un passage en boucle avant d'être bloquée et serrée par la mise en place d'un coin, directement sous la ligature. Pâris décrit également la disposition, sur les joints de virure et avant la mise en place des points de ligature, de bourre d'écorce de tràm (*Malaleuca Leucadendra*) tenue en place par de fines lattes de bambous fendus (fig. 131c). Ce dispositif est destiné à assurer l'étanchéité du système et correspond aux lattes en bois semi-circulaires employées dans les bateaux cousus de l'Égypte ancienne pour tenir en place un matériau d'étanchéité (cf. le bateau de la fosse n°10 d'Abydos et le navire de Chéops). Aucune indication n'est donnée, dans les publications, sur le rythme d'implantation des points de ligatures mais il semble que ceux-ci soient très rapprochés dans la mesure où les coins, insérés directement sous la ligature, se chevauchent d'un point de ligature à un autre, comme des tuiles (fig. 131c).

Pâris indique, dans sa description, que le *ghe-nôc* ne possède pas de membrure[1028]. Or, J.-C. Amos, un siècle et demi plus tard, parle de la présence d'une membrure pour cette embarcation constituée de « varangues alternées avec des allonges », l'ensemble étant fixé au bordé au moyen de gournables[1029]. Il évoque également la présence de baux transversaux servant à soutenir le pont amovible et le roof en vannerie mais qui peuvent également jouer, à l'instar de la membrure, un rôle de renfort transversal lorsque la coque se déforme légèrement dans la houle ou à l'échouage[1030].

Ainsi construit, le *ghe-nôc* mesure une douzaine de mètres de long pour une largeur de moins de 3 m présentant ainsi, avec un coefficient d'allongement de 1 pour 4, une coque longue et étroite aux extrémités vigoureusement recourbées, en « croissant de lune »[1031]. Comme dans toute construction de l'aire chinoise, l'avant et l'arrière ne sont cependant pas symétriques et la plus grande largeur se situe à l'arrière. Anciennement propulsé à la voile, au moyen de voiles quadrangulaires en laizes de latanier (fig. 131a), la plupart de ces embarcations, à l'exception des régions du Nord, les plus pauvres, sont aujourd'hui motorisées (fig. 131d).

Concernant sa fonction, le *ghe-nôc* est à l'origine un bateau de pêche – *ghe* se traduisant par « bateau » et *nôc* par « piège à poissons »[1032] – employé sur le littoral vietnamien, notamment sur la côte de Huê, et dans les eaux intérieures. L'élasticité des coques, liée aux coutures, ainsi que des gréements était alors particulièrement précieuse sur la côte d'Annam (dans la région de Huê), plus abondante en hauts-fonds qu'en mouillages abrités (fig. 131e). De violents « coups de tabac » y imposaient également

[1028] **Rieth 1993**, p. 68.
[1029] **Amos 1998**, p. 36.
[1030] **Amos 1998**, p. 33.
[1031] **Amos 1998**, p. 33.
[1032] **Amos 1998**, p. 31.

fréquemment de tirer les barques sur le haut des plages houleuses[1033]. Aujourd'hui, le *ghe-nôc* est voué à la navigation fluviale où il sert de taxi, de transport divers et quelquefois même d'habitation flottante.

Concernant la réfection des assemblages par ligatures, celle-ci est faite au coup par coup, J.-C. Amos indiquant que si l'embarcation fait eau, les ligatures sont défaites et que quelques coups de rabot sur les cans des bordages, avant de refaire l'assemblage, suffisent à restaurer l'étanchéité[1034].

2. Les piroges cousues de Polynésie

La Polynésie, désigne une région du Pacifique central s'inscrivant schématiquement dans un triangle dont les sommets sont les îles Hawaii, l'île de Pâques et la Nouvelle-Zélande. C'est un ensemble d'îles et d'archipels qui se divise en deux groupes : la Polynésie occidentale (avec les îles Tonga, Samoa, Wallis et Futuna ainsi que Tuvalu) et la Polynésie orientale (avec les îles Hawaii, les îles de la Société, les îles Tuamotu, les îles Gambier, les îles Australes, les îles Marquises, les îles Cook, les îles Phœnix, les îles de la Ligne ainsi que la Nouvelle-Zélande et l'île de Pâques). Ces archipels sont constitués d'îles hautes (montagnes volcaniques) et/ou d'atolls (coralliens), ces derniers étant les vestiges érodés des premières dont il n'affleure plus à la surface de l'eau que la couronne récifale.

Avant l'arrivée des Européens au XVIII^{e} s., la pirogue était le seul moyen de communication entre ces îles. Construites à partir de plusieurs pièces de bois généralement assemblées entre elles au moyen de ligatures végétales, de nombreuses pirogues cousues étaient encore construites au XIX^{e} s. dans l'ensemble de la Polynésie[1035] (fig. 132a). Aujourd'hui, la plupart de ces îles ont perdu cette tradition de construction navale. À Tahiti (Polynésie française) notamment, ce type de construction a complètement disparu et aux Tuamotu (Polynésie française) les pirogues ont été remplacées dès le XIX^{e} s. par les cotres qui sillonnaient le Pacifique[1036]. Remplacées aujourd'hui par des embarcations en contreplaqué, la disparition des pirogues s'explique d'une part pour des raisons de pénurie de bois sur les îles et les atolls, et d'autre part par l'extinction d'une génération de constructeurs travaillant encore selon les techniques héritées de leurs aïeux. Néanmoins, on rencontre encore, en certains endroits de Polynésie, des pirogues cousues toujours construites de manière traditionnelle, notamment en Polynésie française sur l'île Raivavae,

[1033] **Amos 1998**, p. 35-36.
[1034] **Amos 1998**, p. 35.
[1035] Hélène Guiot, ethno-archéologue à l'Université de Nanterre (Paris X) est notamment l'auteur d'une très belle étude consacrée aux pirogues cousues de Tahiti au XVIII^{e} s. (cf. **Guiot 1997** et **2000**).
[1036] **Veccella 2003**, p. 211.

dans l'archipel des Australes, ainsi qu'à Wallis. Également dans l'océan Pacifique, à l'ouest de la Polynésie, on rencontre également encore des pirogues cousues sur les îles Carolines, en Micronésie[1037].

Les pirogues de Polynésie sont des embarcations longues et étroites, construites à partir de plusieurs pièces de bois taillées dans des troncs d'arbres généralement d'essences différentes. Elles peuvent être simples, doubles ou à balanciers (fig. 132b). Au XVIII^{e} s., les pirogues "cousues" de Tahiti mesuraient, pour les pirogues simples, de 5 à 10 m de long pour les plus petites et plus de 13 m pour les plus grandes ; les pirogues doubles, qui étaient les plus remarquables du Pacifique, mesuraient de 7 à 9 m de long pour les plus petites et pouvaient atteindre les 33 m de long pour les plus grandes[1038]. Les pirogues cousues actuelles de l'île Raivavae mesurent quant à elles entre 8 à 11 m de long (fig. 132c)[1039].

Le fond des pirogues, qui constitue la quille de ces embarcations, est soit monoxyle, pour les plus petites, soit constitué de deux, voire trois parties, pour les plus grandes, assemblées ensemble bout à bout. Cette pièce est évidée intérieurement afin d'obtenir une section en ⊔ ou en U. Sur les pirogues cousues de l'île Raivavae, si le fond est constitué de deux parties, celles-ci sont assemblées entre elles au moyen de chevilles ainsi que de points de ligatures provisoires[1040]. Une fois le fond de la pirogue préparé, les bordages, ou les fargues, sont ensuite mis en place et assemblés à la quille et entre eux à franc-bord, au moyen de ligatures végétales. Sur les pirogues de Raivavae, la pièce de proue ou de poupe, est directement mise en place avant le montage des bordages[1041]. Les pirogues polynésiennes ne sont pas nécessairement pourvues de membrures, comme c'est le cas sur les pirogues de Raivavae, mais si elles en possèdent, celles-ci sont alors insérées dans la coque après le montage des bordés. Dans les coques des pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s., les membrures ne sont pas évasées mais à bords droits, suivant la forme du tronc évidé, et servaient plutôt à renforcer la solidarité des bordages cousus[1042]. Enfin, les éléments de proue et de poupe servent de semi-pontage en même temps qu'ils ferment la coque, renforcent sa cohésion et protégent la cale d'éventuelles inondations[1043].

Dans le cas des pirogues doubles, à deux coques, et des pirogues à balancier, des traverses – deux au minimum, une avant et une arrière – étaient mises en place sur un des

[1037] Pour Raivavae, les pirogues cousues ont été étudiées dans le cadre d'un mémoire de l'EHESS par Robert Veccella (cf. **Veccella 2003**) et pour Wallis et les îles Carolines, la survivance des pirogues cousues m'a été signalée par H. Guiot et Anne di Piazza (CREDO/CNRS, Marseille) au cours d'un entretien.
[1038] **Guiot 2000**, p. 449-451.
[1039] **Veccella 2003**.
[1040] **Veccella 2003**, p. 163-164.
[1041] **Veccella 2003**, p. 163-164.
[1042] **Guiot 2000**, p. 465.
[1043] **Guiot 2000**, p. 466-467.

côtés de la coque afin de lui adjoindre la seconde coque ou le flotteur. Traditionnellement, les traverses étaient également assemblées aux coques au moyen de cordages.

Les ligatures et les cordages des pirogues cousues polynésiennes sont généralement réalisées en fibres de coco, utilisées notamment pour leur qualité essentielle d'imputrescibilité qu'on leur reconnaît[1044]. Selon H. Guiot, la rugosité des fibres de coco employées facilite également leur mise en œuvre, notamment dans le passage des extrémités des ligatures d'assemblage dans leurs canaux. De plus, également en raison de cette rugosité, les ligatures et les manœuvres, une fois mis en place, n'ont pas tendance à glisser[1045].

En Polynésie, la confection des ligatures revêt une grande importance, mais elle tend aujourd'hui à être remplacée, notamment pour les pirogues cousues de l'île Raivavae, par de la cordelette en nylon. La préparation et la réalisation d'une cordelette en fibres de coco sont en effet très longues et fastidieuses pour un résultat inférieur aux qualités mécaniques d'une fibre synthétique. Ainsi, d'après R. Veccella, l'équivalent en nylon d'une tresse en fibre de coco de 4 mm de diamètre a une résistance au moins 4 fois supérieure à cette dernière[1046].

Pour les ligatures des pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s., les ligatures en fibre de coco employées pour les assemblages, sont soit tressées soit toronnées[1047].

Concernant la technique d'assemblage par ligatures des pirogues cousues polynésiennes, H. Guiot distingue deux techniques qui se répartissent géographiquement de façon relativement nette : celle dite « de part en part », caractéristique de la Polynésie orientale, et celle dite « des ligatures internes », invisible depuis l'extérieur de la coque, caractéristique de la Polynésie occidentale[1048].

Dans la technique « de part en part », la ligature traverse entièrement l'épaisseur du bordage et fait un tour, ou plusieurs, avant d'être arrêtée par une cheville, par blocage de l'extrémité libre dans l'épaisseur des fibres (fig. 132d). Cette technique peut être employée soit pour un système d'assemblage continu, de type longitudinal, soit pour des points de ligatures indépendants. Dans le premier cas, le schéma obtenu par le passage de la ligature peut être soit une ligne brisée (cf. une succession de N) située sur la face externe comme sur la face interne du bordé (cf. les anciennes pirogues cousues des Tuamotu) soit deux traits verticaux à l'extérieur et une ligne brisée à l'intérieur (cf. les anciennes pirogues cousues hawaïennes)[1049]. Le second cas se rencontre dans les pirogues

[1044] **Guiot 1997**, p. 344.
[1045] **Guiot 1997**, p. 368.
[1046] **Veccella 2003**, p. 170-171.
[1047] **Guiot 1997**, p. 346.
[1048] **Guiot 1997**, p. 347-349.
[1049] **Guiot 1997**, p. 347-348.

cousues des îles Raivavae pour lesquelles les points de ligatures indépendants prennent appui sur deux ou trois paires de canaux disposés en vis-à-vis sur les bords des planches et espacés entre eux tous les 20 à 30 cm environ (fig. 132e à 132h).

Dans la technique « des ligatures internes », des renflements sont aménagés sur les bords internes de chaque planche pour le perçage des canaux de passage des ligatures. Cette technique d'assemblage est employée uniquement pour des points de ligatures indépendants, prenant appui sur une seule paire de canaux. On la rencontre sur les pirogues cousues de Wallis (fig. 132i)[1050].

Le perçage des canaux de passage était traditionnellement réalisé au moyen de ciseaux d'os emmanchés frappés par un maillet en bois dur, ou de perçoirs et d'alésoirs de pierre ou de coquillage[1051] ou bien encore, plus récemment, au moyen d'une vrille[1052].

Les opérations d'assemblage sont ensuite réalisées par deux personnes, l'une se tenant à l'intérieur de la coque, et l'autre, à l'extérieur. Il n'est pas fait mention de l'emploi d'aiguilles pour le passage de la ligature dans la construction navale polynésienne et R. Veccella précise que l'extrémité de la ligature est en réalité brûlée et taillée en pointe pour faciliter son passage dans les trous lors de la « couture »[1053]. La ligature est ainsi passée de l'intérieur vers l'extérieur au travers des canaux percés sur les bords des planches. Celui qui passe la ligature la martèle en plus afin de la tendre, et celui qui la récupère l'enroule autour d'un levier de tension fourchu afin d'augmenter sa tension (fig. 132j). Celle-ci est en outre maintenue par l'insertion d'une cheville ou d'un coin de blocage provisoire. Une fois la ligature mise ainsi en tension, celle-ci est repassée de l'autre côté et la même opération est répétée. R. Vecella précise que le constructeur se sert de deux leviers en Y, un court, d'environ 60 cm de long, pour travailler à l'intérieur de la pirogue et un long, d'environ 130 cm, pour tendre les ligatures à l'extérieur de la coque[1054]. Lorsque le point de ligature, ou la section à assembler, est réalisé, la ligature est simplement coincée en étant passée sous elle-même puis coupée.

L'estimation de la quantité de tresse de coco utilisée pour la construction d'une pirogue cousue sur l'île de Raivavae de 8,70 m de long donne une fourchette comprise entre 60 et 70 m, chaque double point de couture vertical nécessitant 90 cm de corde et une jonction verticale, pas moins de 240 cm (fig. 132k)[1055].

[1050] **Guiot 1997**, p. 348.
[1051] **Guiot 2000**, p. 463.
[1052] **Veccella 2003**, p. 107.
[1053] **Veccella 2003**, p. 164.
[1054] **Veccella 2003**, p. 117-118.
[1055] **Veccella 2003**, p. 169.

L'étanchéité de la coque est assurée, dans les pirogues cousues polynésiennes, par la disposition, sur les cans du fond et des bordages, d'une couche de poix ou de mastic, essentiellement constituée de sève d'arbre à pain pour les pirogues tahitiennes du XVIII[e] s., associé à un matériau d'étanchéité, traditionnellement, de la bourre de coco. Ce matériau présente la qualité de gonfler au contact de l'eau, comblant ainsi les interstices[1056]. Dans la construction actuelle des pirogues cousues de l'île Raivavae, le goudron a remplacé la poix et de la toile de sac tissée s'est substituée à la bourre de coco[1057]. Les matériaux étant mis en place avant les assemblages des pièces, cette technique d'étanchéité s'apparente à celle du lutage. Une fois la pirogue construite, un revêtement vient également recouvrir la coque intérieurement et extérieurement. Généralement constitué par l'association d'un ou plusieurs pigments et d'un adjuvant liquide (huile de coco), qui leur permet d'adhérer au bois ou d'y pénétrer, ce revêtement est censé accentuer le caractère imperméable du bois et/ou de parer aux effets du rayonnement solaire[1058]. La coloration de ces enduits de protection par des pigments permet, en plus, de décorer la coque.

Lorsque la pirogue est dotée d'une membrure, celle-ci est le plus souvent assemblée par des gournables, comme c'est encore le cas sur les pirogues cousues de Wallis[1059].

Si le temps de construction d'une pirogue cousue est variable, selon les dimensions et le type de pirogue construite, il est aussi difficile à évaluer, la construction d'une embarcation, en Polynésie, n'étant généralement pas réalisée à plein temps et selon des notions de temps étrangères à celles des occidentaux. Ainsi, une pirogue traditionnelle à Wallis est-elle construite sur une durée d'un ou deux ans ; mais si on cumule le temps strict consacré à sa réalisation, celui-ci n'excède par quelques mois[1060].

Les pirogues polynésiennes sont traditionnellement propulsées au moyen de pagaies et de perches auxquelles viennent s'ajouter une voile. Les pirogues tahitiennes du XVIII[e] s. étaient ainsi propulsées à la pagaie en eaux peu profondes et à la voile en pleine mer. Elles n'étaient pourvues d'aucun gouvernail et c'est un homme, placé à la poupe, qui dirigeait les embarcations avec une pagaie généralement plus longue que les autres[1061]. Actuellement, les pirogues polynésiennes sont le plus souvent propulsées au moyen d'un moteur, ce qui n'exclut cependant pas l'usage parallèle de pagaies et de perches. C'est le

[1056] **Guiot 2000**, p. 464.
[1057] **Veccella 2003**, p. 168.
[1058] **Guiot 1997**, p. 376.
[1059] Communication personnelle H. Guiot.
[1060] Communication personnelle H. Guiot.
[1061] **Guiot 2000**, p. 469-470.

cas par exemple des pirogues cousues de Raivavae sur lesquelles les trois modes de propulsions – pagaies, perches et moteur – se complètent[1062].

Anciennement, la fonction de ces pirogues était multiple. Les plus petites pirogues cousues tahitiennes (de 5 à 10 m de long), propulsées à l'aide de pagaies, étaient ainsi utilisées pour circuler et pour pêcher dans le lagon tandis que les plus grandes (+ de 13 m de long), gréées d'une ou deux voiles, étaient employées pour les activités halieutiques en pleine mer et les voyages inter-insulaires. Parmi les pirogues doubles tahitiennes, celles propulsées à la pagaie étaient utilisées soit pour la pêche à la bonite (les embarcations mesuraient alors de 7 à 9 m de longueur) soit pour les batailles navales (elles mesuraient alors jusqu'à 22 m de long) ; celles gréées d'une ou deux voiles mesuraient de 20 à 26 m de longueur et permettaient d'entreprendre les voyages hauturiers[1063]. Les pirogues cousues de Raivavae, en plus de la pêche et du transport de matériaux servaient également, avant l'aménagement des routes, pour les communications d'un village à l'autre de la même île. Aujourd'hui, elles ne sont plus guère utilisées que pour la pêche dans le lagon et le transport de personnes vers les *motu*[1064].

Les pirogues cousues de Polynésie, ainsi construites, présentent des qualités de souplesse et d'élasticité qui leur permettent de se déformer et d'épouser parfaitement les mouvements de la mer. Cette souplesse de l'embarcation est obtenue grâce au mode d'assemblage de ses éléments au moyen de ligatures qui autorise des mouvements de ceux-ci les uns par rapport aux autres, contrairement aux modes d'assemblage par chevillage ou clouage, tout en étant néanmoins résistantes aux contraintes mécaniques[1065]. Sur les pirogues cousues de Raivavae, les contraintes mécaniques exercées sur le fond de l'embarcation, dont les pièces qui le constituent ont tendance à s'écarter, risquant ainsi de cisailler les ligatures, sont compensées par la présence de chevilles d'assemblage. De plus, les parties hautes, assemblées au fond, jouent un rôle de « chaînage » de l'ensemble[1066].

Les pirogues cousues de Polynésie sont ainsi parfaitement bien adaptées à l'espace de navigation de l'océan Pacifique, entre les îles et dans le lagon composé de haut-fonds et de barrières de corail à franchir.

Quand elles ne sont pas utilisées, les pirogues polynésiennes sont tirées au sec, afin de protéger notamment les ligatures d'assemblage du pourrissement lié au contact de l'eau. R. Veccella rapporte que sur Raivavae, les propriétaires prennent beaucoup de soin

[1062] **Veccella 2003**, p. 199.
[1063] **Guiot 2000**, p. 449-451.
[1064] **Veccella 2003**, p. 198-199. Le *motu* est un mot tahitien pour désigner un îlot de sable sur le récif. Information R. Veccella.
[1065] **Guiot 1997**, p. 367-368.
[1066] **Veccella 2003**, p. 182.

lors de la mise au sec de leur embarcation afin que celles-ci ne soient pas en contact avec le sol ; elles reposent ainsi sur d'ingénieux systèmes de calage. Elles sont en outre protégées du soleil par l'ombre des arbres, ou sont recouvertes de feuilles de cocotier dans les zones non ombragées. En cas de périodes prolongées d'inactivité, elles sont également protégées par des plaques de tôles ondulées[1067].

Malgré l'emploi de fibres de coco, réputées imputrescibles, pour la réalisation des ligatures d'assemblage et le soin apporté par les propriétaires à leurs embarcations lorsque celles-ci ne naviguent pas, l'association de l'action du soleil, de l'eau salée et des contraintes mécaniques auxquelles les ligatures sont soumises, implique un changement très régulier des coutures. À Wallis, pour une pirogue navigant régulièrement, les ligatures sont ainsi changées pratiquement tous les ans[1068]. Par ailleurs, lors des navigations hauturières, H. Guiot indique, pour les pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s., que des réserves de ligatures en fibres de coco étaient emportées afin de parer à d'éventuelles défaillances[1069], révélant ainsi une réfection conjointe des assemblages au coup par coup.

De nos jours, R. Veccella rapporte que la résine époxy est largement utilisée pour les réparations et que lors des gros travaux, après plusieurs années d'utilisation et d'entretien ordinaire, les colles à plusieurs composants remplacent, sur les pirogues cousues de Raivavae, les ligatures en fibres de coco des assemblages ainsi que le goudron disposé entre les pièces d'assemblage[1070].

À Wallis, une pirogue cousue ainsi entretenue et navigant régulièrement a une durée de vie d'environ sept ans, ce qui est très peu[1071]. À Raivavae, en revanche, R. Veccella indique qu'une coque construite en *paina (Adenanthera pavonina* Linné) ou en *miro* (Bois de rose, *Thespesia populnea* Linné, Solander ex Correa) a une durée de vie estimée entre vingt et trente ans dans le cas d'une utilisation normale et avec un entretien régulier par son propriétaire (changement des liens, des pièces en *pūrau* - *Hibiscus tiliaceus* Linné - tous les 3/4 ans, protection du soleil, *etc*….)[1072]. Ces bois, appréciés par le charpentier pour leurs qualités, leur longévité et leur résistance aux attaques animales et végétales, sont néanmoins rares et de ce fait, préservés. Pour cette raison, le '*uru (*arbre à Pain, *Artocarpus altilis* Parkinson Fosberg) et le manguier (v*ī* en tahitien, *Mangifera indica* Linné), plus abondants et d'une durée de vie de quinze à dix-sept ans, sont-ils plus

[1067] **Veccella 2003**, p. 194.
[1068] Communication personnelle H. Guiot.
[1069] **Guiot 1997**, p. 344.
[1070] **Veccella 2003**, p. 197-198.
[1071] Communication personnelle H. Guiot.
[1072] Aux Tuamotu, une pirogue qui était taillée dans un tronc de *tau* (*Cordia subcordata)* avait une durée de vie supérieure à celle de son propriétaire. Ses enfants la recevaient ainsi en héritage (communication personnelle de Jean Fasan Kape, président de l'association culturelle *Te Reo o te Tuamotu*, à Robert Veccella).

largement employés pour la construction des embarcations. Enfin et depuis quelques années, le *falcata (Paraserianthes falcataria* (Linné) I. Nielsen) a fait son apparition dans la construction ; il est utilisé pour le corps de la pirogue. Il a été introduit dans les années 1960 par le service de l'Agriculture pour le reboisement des terrains soumis à l'érosion ou ravagés par les feux de brousse. Une embarcation taillée dans un tronc de falcata (*Paraserianthes falcataria* (Linné) I. Nielsen) ne dépassera guère les huit années d'utilisation. Ce bois tendre et léger, dont le travail est facile, se fend en effet fréquemment et est sensible aux attaques des animaux xylophages[1073].

3. Conclusion sur les bateaux cousus de l'océan Pacifique

L'approche ethnographique de quelques uns des bateaux cousus encore existants dans l'ensemble de l'océan Pacifique – le *ghe-nôc* pour le Vietnam et les pirogues cousues de Polynésie – apporte de précieuses indications pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures. Que ce soit pour les *ghe-nôc* vietnamiens ou les pirogues polynésiennes, il s'agit essentiellement de systèmes d'assemblage par ligatures par des points de ligatures indépendants mis en alternance avec des chevilles. La technique d'assemblage associée peut être soit « interne », avec la ligature passée en boucle dans des mortaises percées sur le bord des planches et ne ressortant pas sur l'extérieur (*ghe-nôc*, pirogues cousues de Wallis), soit « de part en part », avec la ligature également passée en boucle, mais cette fois au travers de canaux percés verticalement dans l'épaisseur du bordé et ressortant sur la face externe de la coque (pirogues cousues de Raivavae). La ligature, peut être ensuite maintenue dans son passage soit par un coin mis en place directement sous la ligature (*ghe-nôc*), soit par une cheville de blocage insérée dans les canaux de passage (pirogues cousues de Raivavae). La cheville de blocage, employée dans la technique « de part en part », participe également à l'étanchéité du système en obstruant les canaux de passage, une fois la ligature en place. L'étanchéité est également complétée, par un matériau d'étanchéité (bourre d'écorce pour les *ghe-nôc*, bourre de coco associée à une couche de poix ou de mastic pour les pirogues polynésiennes traditionnelles) disposé soit sur les joints de virure (*ghe-nôc*), soit entre les cans des bordages (pirogues polynésiennes), ce dernier procédé s'apparentant à la technique du lutage. Ce matériau, lorsqu'il est disposé directement sur les joints de virure, est maintenu en place par des lattes en bambous fendus pour les *ghe-nôc*. Sur les pirogues polynésiennes, et il doit vraisemblablement en être de même pour les embarcations vietnamiennes, celles-ci sont, une fois entièrement construites, recouvertes intérieurement et extérieurement par un revêtement qui permet de renforcer l'étanchéité de leur coque.

[1073] Je dois à R. Veccella les indications concernant la durée de vie des pirogues cousues de Raivavae et les bois employés pour leur construction.

Sur les pirogues polynésiennes, les assemblages par ligatures de « part en part » sont réalisés par deux hommes, l'un se tenant à l'intérieur de la coque, l'autre se tenant à l'extérieur. Aucune aiguille n'est utilisée pour le passage de l'extrémité de la ligature qui est simplement brûlée et taillée en pointe pour faciliter son passage dans les canaux. La ligature est ainsi passée de l'intérieur vers l'extérieur. Celui qui passe la ligature la martèle afin de la comprimer en même temps que celui qui la reçoit l'enroule autour d'un levier de tension afin d'en augmenter sa tension, cette dernière étant finalement maintenue par l'insertion d'une cheville ou d'un coin de blocage provisoire.

Le type de ligature employé sur les pirogues polynésiennes est traditionnellement de la fibre de coco, soit toronnée, soit tressée. Les vietnamiens utilisent quant à eux, pour les assemblages de leurs *ghe-nôc*, une ligature en rotin.

Ces systèmes et ces techniques d'assemblage sont employés et mises en œuvre pour la construction de pirogues dont le fond est constitué soit d'une sole composée de trois virures pour les *ghe-nôc* soit d'une quille surcreusée présentant en coupe une section en ⊔ ou en U pour les pirogues polynésiennes. Ces pirogues peuvent être munies d'une membrure (*ghe-nôc*, pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s. et pirogues de Wallis) ou non (pirogues de Raivavae). Elles sont alors généralement fixées au bordé au moyen de gournables.

Ainsi construites, les pirogues polynésiennes, dont la longueur pouvait atteindre les 33 m de long, comme les pirogues vietnamiennes, d'une douzaine de mètres de long, présentent des qualités reconnues d'élasticité et de souplesse à mettre en relation avec les coutures de leur coque. Ces qualités sont une adaptation directe à l'espace de navigation dans lequel naviguent – ou naviguaient – ces embarcations, à savoir des lagons composés de hauts-fonds et de barrières de corail à franchir pour la Polynésie et de hauts-fonds auxquels viennent s'ajouter de violents « coups de tabac » qui imposaient également de tirer fréquemment les barques sur le haut des plages houleuses pour les côtes du Vietnam. Ces qualités de souplesse et d'élasticité permettaient par conséquent à ces embarcations de se déformer et d'épouser ainsi parfaitement les mouvements de la mer. L'insertion de chevilles dans les cans des bordages, en alternance avec les points de ligatures, permet en outre de maintenir la cohérence de la coque en prévenant le cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles. Malgré la présence de ces éléments, et malgré l'entretien régulier et le soin apporté aux pirogues, les ligatures s'usent et se détendent nécessairement, nécessitant leur remplacement régulier. Celles-ci sont ainsi refaites soit entièrement, environ tous les ans (pirogues de Wallis), soit au coup par coup lorsque la nécessité l'impose (*ghe-nôc* et grandes pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s.).

C. Conclusions sur les sources ethnographiques et leur apport à l'étude des bateaux antiques présentant des assemblages par ligatures

1. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique

L'approche ethnographique de certains bateaux cousus de l'océan Indien avec, sur la côte est africaine, le *mtepe* de Lamu et le *beden* de Somalie, pour la péninsule sud-arabique, le bateau cousu de Quasay'ir au Yémen, pour l'Inde occidentale, l'*odam* des îles Laquedives, et enfin, pour l'Inde orientale, la chelingue de la côte de Coromandel ainsi que l'approche ethnographique de bateaux cousus de l'océan Pacifique avec le *ghe-nôc* du Vietnam et certaines pirogues cousues de Polynésie, aura permis d'appréhender, au total, deux systèmes d'assemblage par ligatures pour le montage du bordé. Le système d'assemblage longitudinal, tout d'abord, employé de manière exclusive pour l'ensemble des bateaux cousus de l'océan Indien, et le système par des points de ligatures indépendants, ensuite, employé pour les *ghe-nôcs* ainsi que pour l'essentiel des pirogues cousues polynésiennes. Aucun de ces bateaux cousus ne présente, en revanche, de système d'assemblage par ligatures transversales pour le montage de son bordé. À ma connaissance, aucun bateau cousu, hormis ceux de l'Égypte ancienne, ne présente d'ailleurs ce système d'assemblage par ligatures, ce qui confirme bien qu'il s'agit là d'une caractéristique singulière de la construction navale égyptienne qui trouve son origine dans les systèmes de ligatures des bateaux de papyrus[1074] (cf. *infra*, p. 652).

Concernant le système d'assemblage par ligatures longitudinales, employé sur les bateaux cousus de l'océan Indien, celui-ci peut être réalisé selon deux techniques d'assemblage, la seconde, que l'on rencontre sur les chelingues, pouvant être considérée comme une variante rudimentaire de la première que l'on observe sur tous les bateaux cousus de la mer d'Oman (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, *odams*). Celle-ci emploie en effet, au contraire de la seconde, des chevilles de pré-assemblage, insérées dans les cans des bordages, permettant de tenir en place et de mettre en forme les planches de bordé avant leur assemblage effectif au moyen de ligatures. Dans la première comme dans la seconde technique, celles-ci sont ensuite passées de manière continue et longitudinale dans des canaux percés de part en part sur les bords des pièces à assembler et viennent dessiner une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI) sur l'intérieur de la coque ainsi qu'aux extrémités, sur l'extérieur, et une série de traits verticaux (IIIIIII) sur l'extérieur. Les ligatures ressortent donc sur la face externe du

[1074] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132 de leur manuscrit.

bordé. Dans la première technique, elle sont alors recueillies dans une gorge creusée entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis, tandis que dans la seconde, aucune gorge n'est creusée sur l'extérieur, entre les canaux de passage, exposant ainsi la ligature à une usure prématurée liée au contact direct de l'eau et aux frottements. Dans la première technique, des petites chevilles, enfoncées à partir de l'intérieur, viennent également bloquer la ligature dans ses canaux de passage en même temps qu'elles participent à l'étanchéité du système en obstruant ces canaux, tandis que dans la seconde, les petites chevilles ne sont employées que pour le fond de carène.

Le système d'assemblage par des points de ligatures indépendants, que ce soit pour les *ghe-nôc* vietnamiens ou les pirogues polynésiennes, est réalisé au moyen de chevilles de pré-assemblage, mises en alternance avec les points de ligature. Ces points de ligatures peuvent être mis en œuvre soit au moyen de la technique « interne », avec la ligature passée en boucle dans des mortaises percées sur le bord des planches et ne ressortant pas sur l'extérieur (*ghe-nôc*, pirogues cousues de Wallis), soit « de part en part », avec la ligature également passée en boucle, mais cette fois au travers de canaux percés verticalement dans l'épaisseur du bordé et ressortant sur la face externe de la coque (pirogues cousues de Raivavae). La ligature, peut être ensuite maintenue dans son passage soit par un coin mis en place directement sous la ligature (*ghe-nôc*), soit par une cheville de blocage insérée dans les canaux de passage (pirogues cousues de Raivavae). Cette dernière joue alors un rôle dans l'étanchéité du système en obturant les canaux de passage qui ressortent sur la face externe du bordé.

Que ce soit pour le système d'assemblage par ligatures longitudinales ou le système d'assemblage par des points de ligatures indépendants, le système d'étanchéité adopté est relativement proche d'un bateau à un autre. Il associe soit une technique de calfatage (*mitepe*, *bedan*) ou de lutage (*odams*, pirogues polynésiennes) consistant à placer, par la force ou non, un matériau d'étanchéité – généralement constitué d'éléments végétaux associés à une sorte de mastic – entre les cans des virures avant leur réunion, à la disposition (bateaux cousus de l'océan Indien, *ghe-nôc*) ou non (pirogues polynésiennes) d'un bourrelet d'étanchéité constitué soit d'un ensemble de cordelettes (bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, *odams*) soit de bourres de fibres végétales (*mitepe*, *bedan*, *ghe-nôc*), sur les joints de virures avant le passage de la ligature. Sur les *ghe-nôc*, le bourrelet d'étanchéité est maintenu en place par une latte en bambou, tandis que sur les autres bateaux, celui-ci est directement maintenu en place par le passage de la ligature. Généralement, des petites chevilles (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, pirogues cousues de Raivavae) ou des fibres végétales (*odams*) viennent également obturer les canaux une fois l'assemblage réalisé.

Dans la construction navale antique, on rencontre le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage des bordés dans l'ensemble des coques des bateaux cousus du monde méditerranéen, à savoir les bateaux cousus grecs archaïques et classiques et pour l'ensemble des bateaux de l'Adriatique datés du VI^{e} s. av. au XI^{e} s. apr. J.-C. (cf. diagramme de synthèse). Les deux techniques d'assemblage, déterminées pour réaliser ce système d'assemblage dans les bateaux cousus de l'océan Indien, s'apparentent à certaines des techniques caractérisées pour la construction navale antique méditerranéenne, sans toutefois être strictement identiques. La technique de « part en part » consistant à faire passer la ligature dans des canaux verticaux percés sur les bords des planches de bordé se retrouve en effet dans **les petits navires de Nin** et **le chaland de Ljubljana**. Comme sur les chelingues de la côte de Coromandel, aucun élément de pré-assemblage n'est associé à cette technique sur ces bateaux du monde méditerranéen. En revanche, le dessin que forme le passage de la ligature est radicalement différent. Tandis que les bateaux cousus de l'océan Indien présentent une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI), **les navires de Nin** présentent une succession de traits obliques (///////) et **le chaland de Ljubljana** un motif en zigzag (VVVV). En cela, il me semble que les techniques d'assemblage déterminées pour les bateaux cousus de l'océan Indien sont plus proches de celles des **bateaux grecs** et du **navire romain de Comacchio** qui présentent en effet le même type de couture croisée. Bien que les canaux percés sur les bords des virures pour le passage des ligatures ne soient pas, dans ces deux cas, verticaux, mais obliques, et que l'entrée de ces canaux soit notamment caractérisé, pour les bateaux grecs, par la présence d'un évidement de forme tétraédrique, il est manifeste que nous sommes en présence de procédés de construction similaires. Les canaux, bien qu'obliques, ressortent en effet de la même façon sur l'extérieur du bordé, et les ligatures, passées d'un bord à l'autre de la coque, sont alors également recueillies et protégées, comme pour les bateaux cousus de la mer d'Oman, par une petite gorge creusée entre les canaux de passage disposés en vis-à-vis sur les bords des planches[1075]. Sur **les bateaux grecs**, il s'agit d'une gorge interne créée naturellement par la réunion des canaux creusés en vis-à-vis sur le bord des planches et formant en coupe un V caractéristique dont la pointe est en réalité cassée par le creusement des canaux, tandis que sur ***Comacchio***, il s'agit d'évidements de forme quadrangulaire qui sont creusés entre les points de sortie des canaux. De la même façon que sur les bateaux cousus de l'océan Indien, la ligature enserre également un rouleau d'étanchéité – un tissu roulé ou un tissu rempli de végétaux – disposé sur les joints de virure. Des petites chevilles de blocage, insérées dans les canaux de passage après la mise en place de la ligature aussi bien sur **les bateaux grecs** que sur ***Comacchio***, participent également à l'étanchéité du système. La différence essentielle, entre **les bateaux grecs** et **le navire de Comacchio**, réside dans la présence d'éléments de

[1075] Ainsi, bien que les canaux ressortent sur l'extérieur du bordé, la ligature, elle, demeure bien interne.

pré-assemblage – chevilles ou tenons – sur les premiers et leur absence dans le second. La technique d'assemblage mise en œuvre sur **les bateaux grecs antiques** pour réaliser le système d'assemblage longitudinal est par conséquent très proche de celui employé pour les bateaux cousus de la mer d'Oman (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique et *odams*) tandis que celle mise en œuvre dans **le navire de Comacchio** se rapproche davantage de celle observée sur les chelingues de la côte de Coromandel.

Le système d'assemblage par des points de ligatures indépendants, tel qu'on le rencontre dans les pirogues vietnamiennes et dans les pirogues polynésiennes de l'océan Pacifique, n'est pas employé, en revanche, dans la construction navale antique. Néanmoins, on retrouve employés, dans la construction de certains bateaux de l'Égypte ancienne, des systèmes d'assemblage mixtes associant des points de ligatures indépendants à des assemblages par tenons et mortaises. C'est le cas, notamment, dans **le navire présumé de Licht** et **les barques de Dahchour** dans les coques desquels les points de ligatures ne sont employés qu'en renfort de zones délicates, aux extrémités notamment. Dans ces bateaux, la technique mise en œuvre, pour réaliser ces points de ligatures indépendants, est du même type que celle observée pour les pirogues *ghe-nôc* et les pirogues polynésiennes de Wallis, à savoir, une technique « interne », signifiant que la ligature est passée au travers de canaux ou de mortaises percés dans l'épaisseur du bordé, à partir de la face interne du bordé, et ne ressortant pas sur l'extérieur. La technique, mise en œuvre dans **le navire présumé de Licht** et **les barques de Dahchour**, est cependant très mal connue et on ne sait pas si des éléments de blocage de la ligature étaient utilisés, comme sur les pirogues vietnamiennes, ni également si un système d'étanchéité similaire était employé. La comparaison s'arrête donc là.

Concernant les procédés de réalisation de ces systèmes d'assemblage, l'ethnographie montre que pour les bateaux présentant des canaux percés de part en part pour le passage de la ligature, que ce soit pour le système d'assemblage par ligatures longitudinales ou le système d'assemblage par des points de ligature indépendants, les procédés de réalisation sont les mêmes et les outils sont similaires. Dans tous les cas, la présence de deux personnes est en effet nécessaire, l'une se tenant – le plus souvent assise – à l'intérieur de la coque, tandis que l'autre se tient – le plus souvent debout – à l'extérieur afin de se passer la ligature d'un côté à l'autre, dans un mouvement continu. Le passage de la ligature est facilité soit par le recours à une aiguille (bateaux cousus de l'océan Indien) soit par l'action de brûler et de tailler en pointe l'extrémité de la ligature (pirogues cousues polynésiennes). Dans tous les cas, la personne qui passe la ligature la martèle en plus à l'aide d'un maillet afin de la comprimer en même temps que celui qui la reçoit l'enroule autour d'un levier de tension, le plus souvent fourchu, afin d'en augmenter sa tension, cette dernière étant finalement maintenue par l'insertion d'une cheville ou d'un coin de

blocage provisoire permettant de passer au point d'assemblage suivant. Avec les pirogues cousues de Raivavae, on a vu, par ailleurs, que le levier de tension employé à l'intérieur de la coque est de petite dimension ; il permet, dans un espace restreint, de prendre ainsi directement appui sur la coque, tandis que le levier employé à l'extérieur est de plus grande dimension, permettant de prendre directement appui à terre. Dans le cas des systèmes d'assemblage par ligatures longitudinales, les virures sont assemblées non pas directement d'une extrémité à l'autre, mais section après section, selon des longueurs généralement inférieures à 4 m.

Dans le cas des bateaux antiques, dont les bordés sont assemblés entièrement, ou en partie, par des ligatures passées au travers de canaux ressortant sur la face externe du bordé, à savoir, l'ensemble des bateaux grecs archaïques et classiques et l'ensemble des bateaux de l'Adriatique, de l'époque archaïque jusqu'au haut Moyen Âge, les procédés d'assemblage devaient vraisemblablement être analogues. La construction de modèles d'étude devrait offrir la possibilité de l'expérimenter (cf. *infra*).

Concernant l'assemblage de la membrure au bordé par ligatures, parmi les exemples ethnographiques de bateaux cousus abordés dans cette étude, seul un système d'assemblage par ligatures a pu être enregistré. Il s'agit du système d'assemblage par ligatures externes employé exclusivement sur les bateaux cousus de la mer d'Oman (cf. *mitepe*, *bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique et *odams*) et similaire, pour la construction navale antique, au **navire égyptien de Chéops**, aux **navires phéniciens de Mazarron** ainsi qu'aux **bateaux cousus grecs archaïques**. Aucun détail n'est malheureusement fourni, pour les exemples ethnographiques de la mer d'Oman, sur la technique d'assemblage qui est associée à ce système.

Les membrures des *ghe-nôc*, des pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s et des pirogues de Wallis ne sont pas, en revanche, assemblées au moyen de ligatures, mais au moyen de gournables et se rapprochent donc des **bateaux grecs classiques** ainsi que de **la plupart des bateaux de l'Adriatique** qui associent, de la même façon, un bordé assemblé entièrement ou en partie au moyen de ligatures à une membrure non cousue.

Enfin, les chelingues de la côte de Coromandel (Inde orientale), de même que les pirogues polynésiennes de Raivavae sont dépourvues de toute membrure. Cette absence de membrure, tandis que le bordé est entièrement assemblé au moyen de ligatures, renvoie ainsi au **bateau égyptien d'Abydos** et, dans une moindre mesure, aux **barques de Dahchour**, elles aussi dépourvues de toute membrure mais dont le bordé est assemblé par un système mixte associant des tenons et mortaises à des points d'assemblage par ligatures ponctuels et indépendants.

Les exemples ethnographiques abordés montrent qu'une fois les membrures mises en place et la coque entièrement construite, l'étanchéité de tous ces bateaux est finalement complétée par la répartition, à la fois à l'intérieur et à la fois à l'extérieur de la coque, d'un revêtement, généralement composé à base d'huile végétale ou d'huile de poisson, permettant de renforcer l'étanchéité de leur coque et de la protéger des attaques d'animaux xylophages. De la même façon, on retrouve, sur la plupart des bateaux de l'Antiquité assemblés au moyen de ligatures, une couche de poix généralement répartie sur l'intérieur de la coque et venant obstruer les canaux de passage des ligatures.

2. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des types de ligatures employés pour les assemblages dans la construction navale antique

Concernant les matériaux employés pour la réalisation des ligatures d'assemblage et des systèmes d'étanchéité, ils sont le plus souvent, sur les exemples ethnographiques de bateaux cousus, d'origine végétale correspondant à des ressources disponibles localement. La fibre de coco est ainsi employée pour réaliser les ligatures et les bourrelets d'étanchéité sur l'ensemble des bateaux cousus de l'océan Indien ainsi que pour les pirogues cousues polynésiennes, tandis que le rotin, provenant du rotang, un palmier originaire d'Asie, est utilisé pour la réalisation des ligatures des *ghe-nôc* vietnamiens. Ces deux fibres végétales, fibre de coco et rotin, sont réputées être imputrescibles. Elles sont donc bien adaptées à la confection de ligatures d'assemblage qui, même si elles sont protégées par la répartition d'un enduit ou d'huile, sont employées dans un milieu humide.

L'huile de coco ou l'huile de poisson est en effet utilisée pour imbiber les ligatures et gorger les rouleaux d'étanchéité ainsi que pour enduire entièrement la coque, intérieurement et extérieurement, de manière régulière. Quant au type de ligature employé, il peut s'agir soit d'un toron, c'est-à-dire d'une ligature constituée de deux brins commis ensemble, soit d'une tresse, c'est-à-dire d'une ligature constituée de trois brins entrelacés. D'après H. Guiot, il semble difficile d'établir une relation entre les qualités de la ligature désirée et le mode d'assemblage des fibres, bien que pour une dimension égale, une ligature toronnée soit, selon elle, vraisemblablement plus résistante qu'une ligature tressée. La ligature toronnée présenterait également l'avantage d'être plus flexible et de pouvoir être plus fine. Quant à la ligature tressée, elle possède une surface plate et large et ne glisserait donc pas facilement lorsqu'elle est enroulée sur elle-même et pourrait, en outre, s'allonger plus facilement même si elle a tendance à s'effilocher en surface[1076].

[1076] **Guiot 1997**, p. 367.

Ces indications, sur les types de ligatures employés dans les bateaux cousus pourront ainsi être confrontées, dans un chapitre suivant, à celles offertes par les sources écrites et les sources archéologiques pour les bateaux antiques.

3. L'apport des sources ethnographiques à l'étude des bateaux cousus antiques en général, ou présentant des assemblages par ligatures

Sur les bateaux de l'océan Indien et de l'océan Pacifique ici abordés, les systèmes d'assemblage par ligatures déterminés, que ce soit pour le montage du bordé ou pour la liaison de la membrure au bordé, peuvent finalement être mis en relation avec des systèmes architecturaux, des formes et des dimensions de bateaux divers et variés.

Ainsi, le système d'assemblage par ligatures longitudinales, employé pour le montage du bordé et associé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la liaison de la membrure au bordé, est ici mis en relation avec des bateaux cousus présentant un système architectural constitué d'une quille, d'un bordé et d'une membrure (bateaux cousus de la mer d'Oman, zone occidentale de l'océan Indien). Le système d'assemblage par ligatures longitudinales, associé à aucune membrure, peut également être mis en relation avec des bateaux cousus dépourvus de quille et présentant un fond plat et avec, pour assurer le renfort transversal de la coque, une série de baux transversaux (chelingues de la côte de Coromandel, océan Indien).

Le système d'assemblage par des points de ligatures indépendants, associé (*ghe-nôc*, pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s et pirogues de Wallis) ou non (pirogues de Raivavae) à une membrure fixée au bordé au moyen de gournables, peut être, quant à lui, mis en relation avec des pirogues dont le fond est constitué d'une sole composée de trois virures (*ghe-nôc*) ou à des pirogues dont le fond est constitué d'une quille "surcreusée" présentant en coupe une section en ⊔ ou en U (pirogues polynésiennes).

Le système d'assemblage par ligatures longitudinales est de cette façon associé à des bateaux quillés, aux flancs bas et aux extrémités élancées et pincées dont la taille peut varier de 8-10 m pour les petits (*bedan*, bateaux cousus de la péninsule sud-arabique, *odams*), aux alentours de 20 m pour les plus grands (*mitepe*, *odams*) et dont la propulsion est assurée de manière identique à la rame et à la voile. Il est également associé à des bateaux à fonds plats d'une douzaine de mètres de longueur, présentant des flancs hauts et des extrémités pincées et dont la propulsion est effectuée exclusivement à la rame (chelingues). Le système d'assemblage par des points de ligatures indépendants est quant à lui ici associé à des pirogues pouvant mesurer de 5 m à une trentaine de mètres de long et qui, anciennement propulsées à la voile, sont aujourd'hui le plus souvent motorisés (ghe-nôc, pirogues polynésiennes).

Les plus petites de ces embarcations, dont la longueur est inférieure à 12 m, étaient, à l'origine, essentiellement employées pour la pêche (*mitepe*, *bedan*, bateau cousu Yémen, *odams*, *ghe-nôc*, pirogues polynésiennes) ou le transbordement de navires mouillés plus au large (chelingues), tandis que les plus grandes étaient également employées pour le transport de passagers et de marchandises (*mitepe*, *odams*, pirogues polynésiennes) ainsi que pour les voyages inter-insulaires (pirogues doubles polynésiennes).

Qu'il s'agisse de bateaux quillés, à fond plat, pourvus ou non de membrure, de petites ou de grandes tailles, propulsés à la voile, à la pagaie ou la rame, et quelque soit leur fonction, les qualités essentielles, qu'on reconnaît à l'ensemble de ces bateaux cousus ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, sont en revanche identiques : il s'agit de l'élasticité et de la souplesse. Ces qualités sont à mettre en relation avec des espaces de navigation, le plus souvent maritimes côtiers (bateaux cousus de la mer d'Oman, chelingues de la côte de Coromandel, *ghe-nôc* de la côte vietnamienne, petites pirogues polynésiennes de lagon) qui se caractérisent par des hauts-fonds, de nombreux rochers ou des récifs coralliens ainsi que par des vagues courtes et cassantes (mer d'Oman, océan Pacifique) ou par des hauts-fonds et des barres associés à une houle permanente formant des vagues exceptionnellement hautes (côte de Coromandel). Sur le plan mécanique, la couture des bordés de l'ensemble de ces bateaux, qu'elle soit continue et croisée ou exclusivement constituée d'une succession de points de ligatures, les rend en effet parfaitement adaptés à ces conditions de navigation en leur permettant de passer les barres, de se déformer et d'épouser ainsi parfaitement les mouvements de la mer, ainsi que de venir s'échouer, pour la plupart d'entre eux, sur les plages, de manière assez violente. La présence de chevilles de pré-assemblage, que présentent tous ces bateaux à l'exception de la chelingue, joue par ailleurs un véritable rôle dans le système d'assemblage du bordé en permettant de maintenir la cohérence de la coque, au cours de la navigation, en prévenant le cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles. De même, les bourrelets d'étanchéité que l'on retrouve sur l'ensemble des bateaux cousus de l'océan Indien ainsi que sur les pirogues vietnamiennes, servaient également, en plus de leur fonction d'étanchéité, d'amortisseurs pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subissait une déformation au cours de la navigation.

4. L'apport des sources ethnographiques pour l'étude des modes de réfection des assemblages par ligatures

Malgré la présence des chevilles et des rouleaux d'étanchéité, prévenant les risques de cisaillement des ligatures, celles-ci sont soumises, au cours de la navigation et de l'échouage des bateaux cousus sur les plages, à de fortes tensions qui entraînent leur

relâchement et qui, si elles ne sont pas protégées du contact direct de l'eau ou de tout frottement, se détériorent rapidement. Aussi, les ligatures sont-elles régulièrement remplacées ou réparées. À travers les différents exemples ethnographiques de bateaux cousus abordés ici, on retient deux méthodes de réfection des assemblages : soit au "coup par coup", signifiant que la réparation intervient de manière ponctuelle sur le point ou la section d'assemblage détériorée (*ghe-nôc* et grandes pirogues tahitiennes du XVIII^{e} s.), soit entièrement, signifiant que l'ensemble des coutures est intégralement et régulièrement refait, le plus souvent de manière annuelle (bateaux cousus de l'océan Indien, pirogues de Wallis).

5. L'apport des sources ethnographiques pour l'estimation de la durée de vie d'un bateau cousu, ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, et les raisons de leur survivance

Dans des conditions d'utilisation normales et avec un entretien régulier, la durée de vie des bateaux cousus, ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, est variable. De l'ordre de 7 ou 8 ans pour les pirogues polynésiennes actuelles de Wallis et Raivavae, elle était de 20 à 30 ans pour les pirogues de Raivavae à l'époque où les constructeurs employaient, pour leur construction, un bois plus noble et plus résistant aux attaques animales et végétales. En mer d'Oman, en revanche, les constructeurs des îles Laquedives affirment que si les ligatures d'assemblage sont régulièrement imbibées d'huile, c'est-à-dire tous les quatre à six mois, le bateau peut durer plus de 60 ans.

Aujourd'hui, la plupart de ces bateaux, entièrement cousus ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, ont disparu ou tendent à disparaître. Les derniers exemplaires de *mitepe* ont ainsi disparu dans les premières décennies du XX^{e} s., les bateaux cousus du Yémen ne sont plus construits depuis une dizaine d'années tandis que les dernières pirogues cousues de Polynésie tendent également à disparaître. La tradition d'assemblage par ligatures reste cependant encore bien vivace en Oman, en Inde et en Asie du Sud-Est, essentiellement au Vietnam[1077]. Si ces bateaux cousus, d'origine "ancestrale", ont perduré aussi longtemps ou survivent encore actuellement, c'est qu'ils répondaient ou répondent encore parfaitement aux besoins des marins qui les emploient, c'est-à-dire à la fois sur le plan de la navigation, ces bateaux étant parfaitement adaptés à l'espace nautique dans lequel ils évoluent, et à la fois sur le plan écologique, ces bateaux étant construits à partir de matériaux disponibles sur place.

[1077] Je ne sais en revanche pas, comme je l'ai déjà souligné plus haut, si les *bedan* de Somalie sont encore actuellement construits. Cf. *supra*, note n°989.

6. Conclusion générale sur l'apport des sources ethnographiques

Pour conclure définitivement ce sous-chapitre, l'approche ethnographique de certains bateaux cousus, ou dont seul le bordé est assemblé au moyen de ligatures, de l'océan Indien et de l'océan Pacifique aura permis de faire des rapprochements entre certains systèmes et certaines techniques d'assemblage par ligatures caractérisés précédemment pour la construction navale antique et d'en comprendre ainsi leurs procédés de réalisation et leur fonctionnement global. Cet apport servira donc directement dans le cadre du programme d'archéologie expérimentale pour la construction de modèles d'étude à l'échelle 1 (cf. *infra*, chap. 2).

De la même façon que nous l'avons établi pour les exemples ethnographiques ici abordés, nous verrons également, dans une quatrième partie, avec le regroupement des bateaux antiques par grands ensembles, quels types de bateaux doivent être mis en relation avec les différents systèmes d'assemblage par ligatures. La mise en perspective des qualités des bateaux cousus de l'océan Indien et de l'océan Pacifique avec les bateaux cousus, ou assemblés en partie par des ligatures, de l'Antiquité permettra par ailleurs de mieux apprécier le comportement hypothétique de ces bateaux dans leur espace de navigation respectif. Enfin, si l'entretien ainsi que la fréquence et le mode de réfection des assemblages par ligatures peuvent rarement être abordés dans la construction navale antique, l'intérêt pour les exemples ethnographiques nous apportent des informations appréciables à ce sujet, de même que sur la durée de vie de ces bateaux dans des conditions d'utilisation normales.

Finalement, l'intérêt pour les sources ethnographiques devrait donc, sans aucun doute, participer à une meilleure analyse d'ensemble et, par conséquent, à une meilleure interprétation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour quelques exemples ethnographiques de bateaux cousus :

ADAMS R. M.
1985, Designed flexibility in a sewn boat of the western Indian Ocean, dans *Sewn Plank Boats*, p. 289-302.
AMOS J.-C.
1998, Le Ghe-Nôc. Bateau vietnamien cousu, *Neptunia*, n° 212, p. 30-36.
BONNEFOUX P.-M.-J. et PÂRIS F.-E.
1999, *Dictionnaire de Marine à Voiles*, Éditions du Layeur, Paris (1ère éd : 1856), p. 169-170.

BOWEN JR. R.

1952 (juil.), Primitive water craft of Arabia, *The American Neptune* (Salem, Mass), vol. XII, n°3, p. 186-222.

CHITTICK N.

1980, Sewn boats in the western Indian Ocean, and a survival in Somalia, *IJNA*, 9.4, p. 297-309.

GUIOT H.

1997, *Waka et construction navale : mobilisation de l'environnement et de la société chez les anciens Polynésiens. Approche ethnoarchéologique*, Thèse de Doctorat (Nouveau Régime), sous la direction de Taborin Y., Paris 1.

2000, La construction navale polynésienne traditionnelle. Dimension culturelle d'un processus technique, *Techniques et culture*, 35-36, p. 445-478.

HORNELL J.

1941, The sea-going *mtepe* and *dáu* of the Lamu archipelago, *MM*, vol. 27 (1), p. 54-68.

1970, *Water transport. Origins and Early Evolution*, David & Charles: Newton Abbot, Devon (1ère ed. 1946, Cambridge University Press).

KENTLEY E.

1985, Some aspects of the Masula surf boat, dans *Sewn Plank Boats*, p. 303-317.

1996, The sewn Boats of India's East Coast, dans Prabha Ray H. et Salles J.-F. (ed.), *Tradition and archaeology: early maritime contacts in the Indian Ocean. Proceedings of the International seminar, techno-archaeological perspectives of seafaring in the Indian Ocean, 4th cent. B.C. – 15th cent. A.D., New Delhi, feb-march 1994*, Manohar Publishers and Distributors, New Delhi, p. 247-260.

MCGRAIL S.

2001, *Boats of the world. From the Stone Age to Medieval Times*, Oxford University Press, New York, p. 269-272.

MANGUIN P.-Y.

1985, Sewn-plank craft of south-east Asia, dans *Sewn Plank Boats*, p. 319-343.

PÂRIS F.-ED. (amiral).

1830-1832, *Le voyage de la Favorite : collection de bateaux dessinés d'après nature, 1830, 1831, 1832*.

1843, *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens*, Éditions A. Bertrand, Paris.

POUMAILLOUX P.

1999, Le « mtepe », bateau cousu des swahili, suivi d'un glossaire technique, *Études Océan Indien*, 27-28, p. 227-328.

RIETH É.

1992, *Le voyage de Favorite : collection de bateaux dessinés d'après nature, 1830, 1831, 1832. Amiral E. Pâris*, Éditions Anthèse, Poitiers.

1993, *Voiliers et Pirogues du monde au début du XIXe siècle. "Essai sur la construction navale des peuples extra-européens" de l'Amiral Pâris (1843)*, Du May, Paris.

SEVERIN T.

1984, *Le voyage de Sindbad*. Trad. de l'angl. par F. & G. Casaril, Albin Michel, Paris.

1985, Constructing the Omani Boom, dans *Sewn Plank Boats*, p. 279-287.

VARADARAJAN L.

1998, *Sewn Boats of Lakshadweep*, National Institute of Oceanography, Goa.

VECCELLA R.

2003, *Ihu Va'a no raivavae. Fabrication moderne des pirogues cousues de l'île de Raivavae. Archipel des Australes – Polynésie française*. Mémoire présenté en vue du diplôme de l'EHESS sous la direction de Tchernia A., Marseille.

II. Analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique méditerranéenne à partir de l'expérimentation

Le moyen le plus direct pour analyser de manière tangible les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures reste indiscutablement l'expérimentation. Le programme d'archéologie expérimentale mis en place au sein du Centre Camille Jullian porte ainsi exclusivement sur l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne.

A. Protocole d'étude du programme d'archéologie expérimentale mis en place

1. Introduction au projet

On a vu, dans la partie consacrée à la méthodologie adoptée pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne, que l'archéologie expérimentale, dans le domaine de l'archéologie navale, pouvait revêtir plusieurs formes. De nombreuses voies peuvent en effet être envisagées, de même que des démarches expérimentales différentes peuvent être entreprises, selon les objectifs recherchés. Ainsi, la réplique navigante, si elle constitue un objectif idéal pour les études d'archéologie navale, ne représente pas la seule démarche expérimentale possible en la matière et de nombreux modèles d'étude, à des échelles diverses, peuvent être envisagés (cf. 1ère partie, p. 49-51). Pour l'étude spécifique des systèmes et des techniques d'assemblage, la construction de modèles à l'échelle 1, mais portant seulement sur une portion du navire limité, représente de cette façon une démarche idéale pour expérimenter, en grandeur réelle, les procédés de construction mis en oeuvre pour réaliser l'assemblage étudié et en comprendre son fonctionnement.

C'est donc sur la base du modèle d'étude *Jules-Verne 9*, construit en 1994 par l'équipe d'archéologie navale du Centre Camille Jullian, sous la direction de P. Pomey, que le projet de monter un programme d'archéologie expérimentale comme support d'étude à mon travail de recherche a vu le jour (fig. 133i et 133j). La réalisation de modèles d'étude à l'échelle 1, portant sur une section de navire, paraissait être, en effet, parfaitement bien adaptée à ma démarche et aux objectifs recherchés, en adéquation avec des moyens – financiers (achat de matériaux et outillages) et humains (travail en collaboration avec des personnes qualifiées) – modestes, pour l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures.

Le programme a été lancé sous la direction de P. Pomey, avec le soutien actif du Centre Camille Jullian[1078] et du bureau d'archéologie navale du laboratoire, et s'est déroulé de février 2002 à février 2004 avec la collaboration active et heureuse de MM. Michel Rival (Ingénieur de recherche) pour la partie graphique et Robert Roman (Ingénieur d'études)[1079] pour la construction propre des modèles.

2. Les objectifs du programme

Les objectifs recherchés avec ce programme d'archéologie expérimentale étaient d'enregistrer en grandeur réelle, d'une part, les techniques de construction mises en œuvre pour réaliser les assemblages par ligatures tout en restituant, d'autre part, les différents systèmes d'assemblage des bateaux sélectionnés. Pour chaque construction, les modèles d'étude devaient donc permettre d'analyser de façon tangible les étapes et les techniques mises en œuvre pour réaliser les différents systèmes d'assemblage par ligatures, tout en considérant les difficultés d'élaboration et les propriétés de ces divers assemblages.

À terme, la construction de plusieurs répliques de sections de bateaux présentant des systèmes d'assemblage par ligatures différents devaient finalement permettre une comparaison plus sensible de ces divers systèmes, concernant notamment leur degré de technologie et leur principe de fonctionnement.

3. Le choix des navires

Trois paramètres ont motivé le choix des bateaux sur lesquels devait porter la réalisation des modèles d'étude :

1. la représentativité et l'intérêt des systèmes d'assemblage présentés par le bateau sélectionné ;
2. l'état de conservation des vestiges du bateau intéressé ;
3. l'accès aux données et à la documentation graphique de l'épave concernée.

En fonction de ces paramètres, trois épaves ont été retenues pour faire l'objet d'une étude approfondie aboutissant à la construction d'un modèle d'étude à l'échelle 1 portant sur une section de la partie centrale de ces bateaux. Outre l'épave ***Jules-Verne 9***, pour

[1078] Le Centre Camille Jullian a soutenu ce programme d'étude par l'octroi de moyens financiers nécessaires à l'achat des matériaux et de l'outillage pour la réalisation des modèles, par la mise à disposition d'un atelier (celui là même de M. Gérard Haro qui a bien voulu nous laisser nous y installer) et enfin par la contribution active des photographes du laboratoire, Mme Christine Durand et MM. Philippe Foliot et Loïc Damlet, qui ont couvert toutes les étapes de la construction des modèles et par le travail d'archive important réalisé par la responsable de la photothèque du laboratoire, Mme Guilaine Vincent. Que chacune et chacun soient ici encore vivement remercié de leur aide et participation précieuses à ce programme.

[1079] M. Rival est en effet architecte tandis que R. Roman est spécialisé dans le modélisme de bateaux, et notamment de bateaux antiques.

laquelle le modèle d'étude avait déjà été construit et dont les étapes et les résultats de la réalisation seront présentés ici, **les épaves de Cavalière**, **de Comacchio** et **de Nin** ont été retenues pour ce programme.

L'épave ***Jules-Verne 9***, pour rappel, correspond à l'un des rares bateaux que l'on peut véritablement qualifier de « cousu » avec un bordé monté par un système d'assemblage par ligatures longitudinales associé à une membrure qui lui est fixée par un système d'assemblage par ligatures externes (cf. diagramme, n°I.II + 1.1).

L'épave de Cavalière a ensuite été choisie en tant que représentante d'un ensemble de bateaux dont le bordé est assemblé par tenons et mortaises chevillés auquel est associée une membrure fixée au moyen d'un système d'assemblage mixte, par des points de ligatures internes alternant avec des gournables simples (cf. diagramme, n°III + 2.2).

L'épave de Comacchio a été sélectionnée en tant que bateau présentant un système mixte d'assemblage pour le montage de son bordé, par un système de ligatures longitudinales – différent de celui mis en œuvre dans le bateau *Jules-Verne 9* – pour le fond de carène et un système de tenons et mortaises chevillés pour les parties hautes, et également un système d'assemblage mixte pour la fixation de sa membrure au bordé, par des points de ligatures externes alternant avec des gournables simples (cf. diagramme, n°II.III + 2.1).

Et enfin, **les épaves de Nin** ont été retenues en tant que bateaux dont les bordés sont assemblés par un système de ligatures longitudinales mais selon une technique d'assemblage encore différente de celle mise en œuvre sur les bateaux *Jules-Verne 9* et *Comacchio*, et une membrure fixée au bordé au moyen unique de gournables (cf. diagramme, n°I.II + 3).

Les épaves sélectionnées ont donc l'intérêt de présenter des systèmes d'assemblage par ligatures différents – trois systèmes d'assemblage par ligatures longitudinaux différents pour le montage du bordé et un système d'assemblage par ligatures externes ainsi que deux systèmes d'assemblage mixtes différents faisant intervenir la ligature pour la fixation de la membrure au bordé – avec des combinaisons diverses entre eux auxquelles participent également des systèmes d'assemblage dans lesquels n'intervient pas la ligature (cf. système d'assemblage par tenons et mortaises pour le bordé et système d'assemblage par gournables pour la fixation de la membrure au bordé).

En revanche, aucun bateau ou navire de l'Égypte ancienne n'a été retenu dans ce programme d'archéologie expérimentale afin d'analyser, par la construction d'un modèle d'étude à l'échelle 1, le système d'assemblage par ligatures transversales employé pour le montage du bordé, caractéristique de la construction navale égyptienne. Plusieurs raisons justifient ce choix délibéré. La première concerne les dimensions trop importantes du navire de Chéops pour en envisager la construction d'un modèle grandeur nature. La

deuxième raison concerne le manque d'informations dont nous disposons pour l'étude architecturale du bateau d'Abydos et du navire présumé de Licht. La troisième raison est liée à de simples considérations de temps et de priorité pour un programme d'archéologie expérimentale dont la durée s'inscrivait dans le cadre de ma thèse. Pour toutes ces raisons, il a donc été décidé de conserver un cadre strict à ce programme portant exclusivement sur l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne. À terme, il serait pourtant intéressant d'entreprendre la construction d'un modèle "égyptien" afin de pouvoir prétendre à une comparaison tangible entre le système d'assemblage par ligatures longitudinales, caractéristique de la construction navale antique méditerranéenne, et le système d'assemblage par ligatures transversales des bateaux et navires égyptiens.

4. Méthodologie adoptée

En prélude à la réalisation de chaque modèle d'étude, une axonométrie du modèle à réaliser a d'abord été exécutée. L'axonométrie, représentant un plan d'architecture en perspective, a été construite, pour chaque bateau sélectionné, à partir des coupes transversales et longitudinales réalisées directement sur la partie centrale de l'épave. Elle porte, pour notre étude, sur une section de quille ou de la virure centrale, les sections des trois ou six premières virures attenantes et sur une à quatre sections de membrures, représentant au total une surface d'environ 1 m² ou plus, dans le cas du modèle de Comacchio. En définitive, c'est donc l'axonométrie qui sert de plan de référence à la construction du modèle d'étude.

Concernant les essences de bois employées pour la construction des modèles, celles-ci ont généralement été choisies en correspondance avec les essences originales employées pour la construction du bateau intéressé. Néanmoins, le plus souvent pour des questions d'approvisionnement, la concordance entre certaines essences n'a pas toujours pu être respectée, et des essences voisines ont alors été choisies – dans la mesure du possible – pour remplacer les essences d'origine. Quoiqu'il en soit, la construction des modèles ayant pour objectif fondamental l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures, l'emploi de bois différents de ceux employés pour la construction du bateau intéressé n'est pas apparu comme fondamentalement gênant.

De même, pour la réalisation des différentes pièces des modèles, l'objectif du programme ne portant pas sur les systèmes de débitage, certains outils électriques ont pu être utilisés pour des raison pratiques. Ainsi, la scie à ruban et la scie circulaire ont-elles été employées pour le dégrossissage des pièces des modèles à préparer ; le rabot électrique, et surtout la dégauchisseuse, ont servi à égaliser et aplanir les surfaces des

pièces ainsi dressées et obtenir les dimensions souhaitées ; la mortaiseuse a également été employée pour percer une partie des mortaises du bordé du modèle d'étude de Cavalière ; et enfin, la perceuse électrique a pu être utilisée pour percer, sur certains modèles, les canaux destinés au passage de la ligature. Pour la dégauchisseuse et la mortaiseuse, qui sont de grosses machines-outils, celles-ci ont été mises à notre disposition au chantier naval Borg de Marseille[1080]. Pour le reste, nous disposions de ces outils au sein même du laboratoire. À côté de ces outils électriques, les outils traditionnels de charpenterie ont également été employés pour la construction des modèles. La scie égoïne a ainsi pu être utilisée pour la découpe d'entailles à pratiquer sur certaines pièces, notamment sur les pièces de membrure ; le rabot manuel pour les finitions des pièces ; la pointe à tracer a servi à effectuer les tracés destinés aux assemblages du modèle d'étude *Jules-Verne 9* ; le ciseau à bois, le bédane et la gouge ont été employés systématiquement pour le creusement de cavités et de gorges destinées à recueillir la ligature et, pour les deux premiers outils, pour le creusement de certaines mortaises sur le modèle d'étude de Cavalière ; le vilebrequin a été utilisé pour le perçage de canaux destinés soit au passage de la ligature, soit à l'insertion de gournables ; et enfin, le marteau a servi à enfoncer les petites chevilles de blocage des assemblages, les gournables et les clous.

Pour terminer avec la méthodologie adoptée, des "bois-tests", correspondant à des échantillons de bois limités destinés à effectuer des essais préliminaires, ont systématiquement été réalisés pour expérimenter les procédés de réalisation des assemblages – perçage des évidements, mode de passage des ligatures *etc*.… – et déterminer ainsi la meilleure solution possible répondant aux interrogations posées par l'assemblage étudié. Une fois les tests achevés, les assemblages étaient ensuite réalisés sur le modèle d'étude, selon la méthode retenue.

5. Enregistrements et couvertures

L'ensemble des étapes de la construction des modèles d'étude a été enregistré par des prises de vue photographiques (DIA et numériques) réalisées par les photographes du Centre Camille Jullian[1081] et moi-même. Les couvertures photographiques réalisées permettent ainsi de rendre compte de l'avancée des travaux et des différents stades d'exécution, en même temps que de présenter les divers outils employés pour la réalisation de tel ou tel type d'assemblage, et de montrer finalement les gestes effectués pour réaliser ces assemblages. Cette documentation abondante a été archivée et est conservée à la photothèque du Centre Camille Jullian. Elle est destinée à être utilisée dans

[1080] Tous mes remerciements vont ici à MM. Borg, père et fils, qui ont eu l'extrême gentillesse de nous accueillir dans leur atelier et de mettre leurs machines-outils à notre disposition.
[1081] Mme Ch. Durand et MM. Ph. Foliot et L. Damlet.

un cadre essentiellement scientifique, lors de colloques ou de séminaires ainsi qu'en illustration de publications.

Par ailleurs, pour la construction du modèle d'étude de Cavalière, un film documentaire (support numérique) a également été tourné et réalisé[1082]. Les raisons qui ont motivé cet autre type d'enregistrement sont à la fois visuelles et didactiques. Visuelles car l'enregistrement et le rendu de gestes techniques expérimentaux s'expriment assurément mieux par une vidéo montrant l'enchaînement des mouvements que par des photographies présentant, ce qui est contradictoire, une action figée. Et didactiques, car le film a été monté dans la perspective de pouvoir être également présenté à un public de non initiés, dans un esprit de « vulgarisation ». Le vocabulaire d'architecture navale employé, sans pour autant être défini, est ainsi présenté, tout au long des différentes séquences du film, sur l'axonométrie de référence du modèle d'étude ; le commentaire du film se veut en outre être le plus accessible possible. Ce documentaire, en plus d'être une nouvelle forme d'"enregistrement-mémoire" que l'on archive, est ainsi destiné à être un support visuel de "premier choix" pour les archéologues navals en leur présentant la méthodologie adoptée pour ce programme d'archéologie expérimentale, les étapes de la construction du modèle d'étude avec les moments clefs que sont la réalisation de "bois-tests" et les gestes employés pour la réalisation des assemblages ; mais il peut aussi être présenté à un public plus large, de non initiés, à des fins vulgarisatrices[1083]. Des copies de ce film, qui accompagnent par ailleurs les volumes de ce travail, sont déposées à la photothèque du Centre Camille Jullian ainsi qu'au Pôle Image Animée de Lyon (CNRS) et au CNRS Images/Média dont le siège est à Meudon. Elles peuvent être visionnées et diffusées dans le cadre de projections publiques.

À présent que le protocole d'étude de ce programme d'archéologie expérimentale a été défini et développé, voyons maintenant les étapes de la construction des différents modèles d'étude et les résultats qu'ils apportent à notre analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne.

[1082] **Codaccioni, Marlier 2004** (cf. support DVD annexe).
[1083] Ce film a d'ailleurs été présenté pour la première fois en mars 2003, selon une approche didactique, sous le titre « Filmer l'expérimentation pour comprendre », dans le cadre du séminaire "Techniques et Sociétés" animé par M. Ph. Jockey (Univ. de Provence) et dont le thème de la journée était « Du geste au film : savoir-faire traditionnels et archéologie expérimentale au miroir des images ».

B. Le modèle d'étude *Jules-Verne 9* : construction et résultats

En raison du bon état de conservation de l'épave ***Jules-Verne 9*** (cf. *supra* les sources archéologiques, p. 168) qui permettaient par ailleurs – avec les nombreux fragments de ligatures conservés en place ou les empreintes laissées par celles-ci sur le bois – d'observer de façon précise le système d'assemblage par ligatures, l'équipe d'archéologie navale du Centre Camille Jullian, sous la direction de P. Pomey, a décidé d'en entreprendre la réalisation d'un modèle d'étude à l'échelle 1[1084]. Ce modèle, portant sur une section du bateau de moins d'un mètre, avait pour objectif de restituer les systèmes d'assemblage par ligatures mis en œuvre sur cette embarcation de pêche côtière datée du dernier quart du VI^e^ s. av. J.-C. et d'en comprendre leur fonctionnement. Les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures expérimentés, à la fois pour le montage du bordé et à la fois pour la liaison de la membrure au bordé, sont ceux des véritables « bateaux cousus » de tradition grecque archaïque (cf. les épaves ***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9*** et ***Pabuç Burnu*** ?) dont ***Jules-Verne 9*** constitue l'archétype original en raison du degré de conservation de ses assemblages. L'assemblage de son bordé se caractérise, rappelons-le, par un système longitudinal comportant des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage (cf. diagramme, n°I.II.C). La liaison de sa membrure au bordé est quant à elle effectuée par un système d'assemblage par ligatures externes comportant des ligatures ressortant sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure (cf. diagramme, n°1.1.c).

Ce modèle d'étude a été réalisé en 15 jours, entre octobre et novembre 1994 par R. Roman et M. Rival sous la direction de P. Pomey. Jusqu'à présent, les détails de la construction du modèle n'ayant pas véritablement été publiés, je dois à l'équipe d'archéologie navale les informations que je présente ici concernant les procédés de construction et les techniques d'assemblage mises en œuvre ainsi que les résultats qui en découlent.

1. L'axonométrie de référence

Le modèle d'étude réalisé porte sur la partie centrale de la coque et comprend une section de quille composée de deux pièces assemblées entre elles par un écart en « trait de Jupiter », des sections des trois premières virures de bordé et une section d'une demie-varangue prolongée sur son extrémité par un départ d'allonge qui lui est assemblé au

[1084] **Pomey 1999 c**, p. 150 et fig. 6, p. 152 ; **2003**.

moyen d'un écart à croc chevillé. L'axonométrie, qui a servi de plan de référence à la fabrication du modèle, a été construite par M. Rival à partir des coupes transversales et longitudinales relevées directement sur l'épave, notamment au niveau de l'unique membrure conservée (fig. 133a).

2. Le bois employé

Les différentes pièces du modèle (quille, virures et membrure) ont toutes été réalisées en pin sylvestre et les pièces d'assemblage (tenon et chevilles de blocage de l'écart en « trait de Jupiter », chevilles horizontales et petites chevilles de blocage pour le montage du bordé) ont été réalisées en hêtre. Hormis une certaine parenté pour le bordé et la membrure, construits originellement en pin d'Alep et pin pignon pour le premier et pin d'Alep pour le second, les essences d'origine n'ont pas véritablement été respectées – essentiellement pour des raisons d'approvisionnement – dans la construction du modèle puisque la quille du navire *Jules-Verne 9* a été débitée dans du chêne caducifolié et les petites chevilles de blocage sont en olivier.

3. Les outils utilisés

Parmi les outils électriques employés pour faciliter le travail, la scie à ruban a été utilisée pour découper les pièces et la perceuse électrique pour percer les canaux destinés au passage de la ligature. En revanche, les outils traditionnels de charpenterie – rabot manuel, pointe à tracer, ciseaux à bois etc. … – ont été utilisés pour les finitions et la construction des pièces et surtout pour le creusement des évidements tétraédriques. Pour cette tâche, deux ciseaux à bois particuliers ont d'ailleurs du être mis au point par R. Roman. Le premier correspond à un burin dont l'extrémité de la lame en V biseautée a été retaillée en pointe. Cet outil s'est néanmoins révélé trop grand. Un second outil a alors été mis au point à partir d'un ciseau à bois plat dont l'extrémité a été retaillée en forme de V de 1,6 cm de large destiné à creuser les trois côtés de chaque tétraèdre. Celui-ci, à l'inverse du premier, s'est révélé efficace et a donc été employé pour la réalisation des évidements tétraédriques de l'ensemble du modèle. Enfin, une aiguille courbe, pour effectuer le passage de la ligature, a du être également confectionnée (fig. 133b).

4. Découpe des pièces

Les pièces du modèle d'étude de forme quadrangulaire (quille et virures) ont été découpées à la scie à ruban selon les dimensions fournies par les vestiges archéologiques, sur une longueur constante de 97 cm (= longueur du modèle). Ces dimensions sont les suivantes :

	Longueur	largeur	épaisseur/hauteur
Q	97 cm	6,3 cm	6,7 cm
galbord	97 cm	18,1 cm	2,5 cm
ribord	97 cm	19,5 cm	2,5 cm
3ème virure	97 cm	16,2 cm	2,5 cm

Pour obtenir la légère courbure du fond de carène, introduite à partir du ribord au moyen de chanfreins pratiqués sur les cans des virures, un léger gabarit en contreplaqué a par ailleurs été utilisé.

La membrure, présentant une morphologie particulière, en forme de trapèze, à été dégrossie à la scie à ruban et achevée au rabot. Également façonnée selon les dimensions fournies par les vestiges archéologiques, elle présente un pied étroit de 3,6 cm, des faces latérales évasées sur une hauteur totale de 8 cm et un dos arrondi large de 8,6 cm. Pour obtenir le profil de la face inférieure de la membrure, un gabarit en carton, obtenu à partir du "tablettage" de la face interne du bordé une fois celui-ci monté, a été utilisé[1085]. Sur cette face inférieure a ensuite été pratiquée des évidements de forme semi-circulaire destinés au passage des ligatures du bordé. Cette membrure, ainsi façonnée et constituée d'une demie-varangue et d'un départ d'allonge, mesure 59 cm de longueur (= largeur du modèle).

Un fragment d'épontille, conservé en place sur la membrure des vestiges archéologiques, a finalement été débité sur une largeur de 8 cm et une épaisseur de 2,5 cm pour une hauteur conservée d'environ 13 cm.

5. Montage et assemblage de la quille et du bordé

5.1. Assemblage de la quille

Les deux sections de quille découpées ont été assemblées entre elles au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » bloqué verticalement par une languette (L. : 5 ; l. : 3,7 ; ép. : 1 cm) elles-même verrouillée par deux chevilles (diam. : 1,2 cm) enfoncées transversalement.

[1085] L'action de "tabletter" consiste à placer verticalement, sur la courbe que l'on veut obtenir, un carton et à y tracer, à l'aide d'un crayon gris appuyé sur un petit parallélépipède de bois, le profil suivi par ce dernier. Il ne reste plus, ensuite, qu'à découper le carton suivant le tracé obtenu et à le reporter sur la pièce à débiter. Cette action est bien montrée dans le film réalisé sur le modèle d'étude de Cavalière (cf. DVD annexe 12'20'').

5.2. Tracés

Une fois la section de charpente axiale assemblée, les emplacements de toutes les chevilles horizontales ont été repérés par des tracés préparatoires, à la fois sur les faces latérales de la quille et à la fois sur les cans des bordages, à 1,5 cm à partir de l'angle supérieur des cans et selon un écartement de 21 cm, avant d'être percés au moyen d'une mèche de 1 cm. Les chevilles horizontales (diam. : 1 cm), ensuite enfoncées dans les canaux ainsi percés, permettaient dans un premier temps de réunir et de tenir en place les pièces entre elles afin d'effectuer les tracés précis, en vis-à-vis, des évidements tétraédriques, puis des canaux obliques à percer pour le passage des ligatures. Ces tracés ont été exécutés à la pointe à tracer sur les bords des faces supérieures de la quille et des virures et sur chaque can des pièces, selon les tracés relevés sur les vestiges archéologiques (fig. 133c). Ces tracés et leur dimensions sont les suivants :

- les bases des tétraèdres, de 1,6 cm de côté, sont tracées sur les bords des faces internes des pièces, à une distance de 0,8 cm des joints de virure et selon un écartement entre elles de 2,5 cm (de bord interne à bord interne) ;
- au milieu de chaque base de tétraèdre, des tracés rejoignent également les joints de virure et sont descendus sur une hauteur de 2,5 cm sur les faces latérales de la quille et sur toute la hauteur des cans des virures : les extrémités de ces tracés marquent les sorties des canaux obliques auxquelles aboutissent les tétraèdres.

5.3. Expérimentation du creusement des tétraèdres et du perçage des canaux obliques au moyen d'un "bois-test"

Une fois les tracés effectués sur les pièces du modèle, un "bois-test" a été réalisé avec les mêmes tracés afin d'expérimenter le creusement des tétraèdres et le perçage des canaux.

La réalisation des tétraèdres consiste simplement à creuser chaque côté du tétraèdre, l'un après l'autre, au moyen du ciseau à bois taillé à cet effet (cf. *supra* et fig. 133b). Le temps d'exécution, pour chaque tétraèdre, est relativement long mais le résultat est précis.

L'expérimentation, exécutée également sur le "bois-test", devait ensuite permettre de résoudre le problème du perçage des canaux et de comprendre comment les constructeurs du bateau *Jules-Verne 9* avaient pu procéder. L'hypothèse qui semblait alors la plus probable était de partir des tétraèdres pour aboutir au point de sortie, situé sur l'angle inférieur du can des virures. Les premiers essais ont néanmoins rapidement montré

la difficulté, d'une part, de sortir précisément sur l'angle du can et d'autre part, d'assurer ainsi la mise en vis-à-vis des canaux disposés de chaque côté des joints de virure. L'expérimentation a donc montré que cette précision, en perçant "à l'œil" à partir des tétraèdres, était impossible à atteindre. Pour résoudre ce problème, un "bâti réglable à angle de perçage modulable" permettant de percer les canaux à la verticale a alors été conçu. Une fois le "bois-test" disposé sur ce bâti et orienté de façon à ce que l'angle de perforation soit parfaitement vertical, les canaux ont alors pu être percés de façon très précise à partir des tétraèdres en aboutissant sur l'angle inférieur du can, à l'aide d'une perceuse électrique munie d'une mèche de 6 mm correspondant au diamètre des canaux relevé sur les vestiges archéologiques (fig. 133d). Il s'agit cependant d'une solution "moderne" apportée à ce problème technique du perçage des canaux et les charpentiers grecs du VI^{e} s. av. J.-C. n'avaient certainement pas dû procéder de cette façon qui, en plus d'être contraignante, se révèle assurément inenvisageable à mettre en œuvre sur un chantier naval. Aucune autre solution n'ayant été trouvée, les canaux obliques de la quille et des virures du modèle d'étude ont néanmoins tous été réalisés de cette manière, à partir des évidements tétraédriques. Ce n'est finalement que bien plus tard, après la construction du modèle, qu'une nouvelle observation minutieuse des vestiges archéologiques a permis de déterminer la technique employée par les charpentiers de l'Antiquité. Il a en effet été observé, sur les angles inférieurs des cans des virures, au niveau de la sortie du canal, une absence d'éclat de bois, qui auraient dus être présents si les perçages avaient bel et bien été pratiqués depuis les évidements tétraédriques, et la présence, au contraire, de marques d'outils en forme de "moustache"[1086]. Ces marques indiquaient vraisemblablement la présence de pré-trous pratiqués avec un outil triangulaire, de type ciseau, et constituaient donc la preuve, en même temps qu'elles apportaient la solution au problème posé, que les canaux avaient été percés non pas à partir des évidements tétraédriques, mais à partir de l'angle inférieur des cans des virures. Dans la mesure où il est difficile d'obtenir une précision de sortie parfaite pour la mèche utilisée pour percer les canaux à partir des tétraèdres, il apparaît finalement plus logique, en effet, de disposer d'une certaine marge de sortie, ce qu'offrent les évidements tétraédriques (de 1,6 cm de côté), et donc d'effectuer le perçage à l'inverse, à partir de l'angle inférieur des cans des virures. Les expérimentations effectuées suite à ces observations ont ainsi validé ce raisonnement, tout en montrant l'intérêt premier du tétraèdre qui permet en effet une certaine marge de variation pour la sortie de la mèche utilisée pour percer le canal de passage de la ligature.

5.4.L'assemblage de la quille et du bordé

[1086] Informations communiquées oralement par M. P. Pomey.

Une fois que l'ensemble des tétraèdres et des canaux des pièces du modèle à assembler ont été creusés et percés, la quille et les trois premières virures ont été à nouveau réunies et pré-assemblées à l'aide des chevilles horizontales insérées dans les cans des pièces. De cette façon, les tétraèdres, situés sur chaque bord des virures, se retrouvent en vis-à-vis, de même que les canaux obliques qui, ainsi réunis deux par deux, forment un V en coupe ressortant sur l'angle inférieur des pièces.

Avant le passage de la ligature au travers de ces canaux, un tissu en lin de 1,9 cm de largeur et roulé sur une épaisseur de 4 mm a été disposé sur chaque joint de virure. Ce tissu a pour fonction d'assurer l'étanchéité du système. La ligature a ensuite été réalisée, comme pour la barque ***Jules-Verne 9***, au moyen d'une ligature en lin de 1 mm de diamètre. Pour son passage dans les canaux, et notamment pour le passage aigu formé par l'angle en V des canaux réunis, une aiguille courbe, dans laquelle l'extrémité de la ligature est enfilée, a été confectionnée (fig. 133b). Concernant le mode de passage exact de la ligature au travers des évidements tétraédriques et des canaux obliques, les vestiges archéologiques ont permis d'observer plusieurs passages continus de la ligature tout le long des joints de virure avec des passages transversaux entre les canaux disposés en vis-à-vis et des passages diagonaux entre les paires de canaux formant ce que les couturières appellent des « points de croix » (fig. 133e). Le nombre de passages, d'une extrémité à l'autre de la coque, a pu être compté : il s'agit de 6 "transfilages", soit 3 allers-retours effectués par la ligature au travers des canaux selon cet ordre (fig. 133f) :

1) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans un sens - 2 passages transversaux… = 1 premier passage,
2) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans l'autre sens – 2 passages transversaux… = 1 deuxième passage,
3) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans le sens du 1er de passage – 2 passages transversaux… = 1 troisième passage,
4) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans le sens du 2ème passage – 2 passages transversaux… = 1 quatrième passage,
5) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans le sens du 1er de passage – 2 passages transversaux… = 1 cinquième passage,
6) 2 passages transversaux – 1 passage diagonal dans le sens du 2ème passage – 2 passages transversaux… = 1 sixième passage.

On obtient ainsi, entre deux canaux disposés en vis-à-vis et formant une paire, 12 passages transversaux, et entre deux paires de canaux contigus, 3 passages diagonaux dans un sens et 3 passages diagonaux dans l'autre sens (fig. 133g).

La réalisation de l'assemblage montre que ce sont en fait les passages transversaux qui servent à lier fermement les pièces entre elles, les passages diagonaux n'ayant pour fonction que de passer d'un point d'assemblage entre deux canaux disposés en vis-à-vis au

point d'assemblage suivant. L'expérimentation montre également que les rouleaux de tissu, garantissant l'étanchéité du système, participent également directement du processus d'assemblage en permettant un meilleur serrage des liens ainsi qu'en les préservant d'un cisaillement prématuré sur les bords des tétraèdres.

Une fois la ligature en place, celle-ci est bloquée dans son passage par des petites chevilles de 6 mm de diamètre dont l'extrémité est effilée. Ces petites chevilles participent également, en obstruant les canaux de la sorte, à l'étanchéité du système. Par ailleurs, bien que les canaux de passage des ligatures ressortent sur l'extérieur du bordé, le perçage des canaux effectué à partir des cans inférieurs des bordages contribue à créer, une fois que sont réunis les canaux percés en vis-à-vis sur le bord des planches, une petite entaille – ou gorge – située à la place de la pointe du V qui permet d'accueillir la ligature et de la protéger ainsi de tout frottement. Les extrémités des petites chevilles enfoncées dans les canaux contribuent également à isoler la ligature qui se retrouve ainsi dissimulée à la vue.

Le bordé entièrement monté et assemblé de cette façon, l'étape suivante a porté sur la mise en place et l'assemblage de la membrure au bordé.

6. Construction et assemblage de la membrure

6.1. Assemblage et positionnement de la membrure

La membrure reproduite par le modèle d'étude est constituée d'une demie-varangue prolongée sur son extrémité par un départ d'allonge. Avant d'être positionnées et fixées au bordé, les deux pièces ont d'abord été assemblées entre elles au moyen d'un écart à croc verrouillé par deux chevilles transversales. La membrure ainsi constituée a ensuite été positionnée au centre du modèle d'étude, les évidements semi-circulaires taillés dans sa face inférieure correspondant au passage des ligatures du bordé.

6.2. Tracés et perçage des canaux pour le passage des ligatures dans l'épaisseur du bordé

Les canaux, destinés au passage des ligatures pour l'assemblage de la membrure au bordé, ont ensuite été repérés sur la face interne du bordé, à raison de quatre canaux sur chaque virure, positionnés en correspondance de part et d'autre de la membrure. Les canaux, de 6 mm de diamètre, ont été percés en biais de façon à former deux paires de canaux en forme de V, aboutissant sur la face externe du bordé.

6.3. L'assemblage de la membrure au bordé : deux hypothèses de restitution

Les vestiges archéologiques ont conservé en place de nombreux éléments de ligatures, pour l'assemblage de la membrure au bordé, permettant de compter le nombre de brins et d'en mesurer le diamètre. Le mode de passage de ces ligatures n'étant cependant pas très clair, deux hypothèses de restitution ont été proposées sur le modèle d'étude.

La première hypothèse propose, au niveau de la première virure, deux points d'assemblage successifs réalisés, pour chaque point, à partir de deux paires de canaux en forme de V disposés de part et d'autre de la membrure, en correspondance (fig. 133h). Chaque point d'assemblage est réalisé avec deux passages de ligatures par canal. Ce qui donne, sur les faces latérales de la membrure, quatre ligatures partant de chaque paire de canaux et qui, arrivées sur l'angle du dos arrondi de la membrure, se dédoublent : deux ligatures sont ainsi passées transversalement sur le dos de la membrure, tandis que les deux autres sont passées diagonalement pour rejoindre le canal de passage opposé du point d'assemblage : le dessin ainsi obtenu sur le dos de la membrure est une croix constituée pour chaque diagonale de deux ligatures qui s'entremêlent au niveau du croisement, encadré par deux passages transversaux également constitués pour chacun de deux ligatures. Une cinquième ligature, partant d'un canal externe de ce point d'assemblage et passée diagonalement sur le dos de la membrure, permet de faire la jonction avec le deuxième point d'assemblage réalisé de la même façon. Une fois la ligature réalisée, des petites chevilles ont été insérées dans les canaux de passage dans le but de maintenir la ligature en place ainsi que d'assurer l'étanchéité du système, dans la mesure où les canaux de passage ressortent sur la face externe du bordé. Néanmoins, bien que ces canaux traversent entièrement l'épaisseur du bordé, la ligature, comme pour l'assemblage du bordé, est ici recueillie et protégée de tout frottement par une petite gorge située à la place de la pointe du V de chaque paire de canaux et l'extrémité des chevilles de blocage permet par ailleurs de l'isoler complètement de l'extérieur.

La seconde hypothèse propose également, au niveau de la seconde virure, deux points d'assemblage successifs réalisés, pour chaque point, à partir de deux paires de canaux disposés en correspondance d'un bord à l'autre de la membrure (fig. 133h). Ils sont chacun réalisés avec deux ligatures effectuant trois passages de ligatures dans chaque paire de canaux. Ce qui donne, sur les faces latérales de la membrure, trois ligatures partant de chaque canal et qui, arrivées sur l'angle du dos arrondi de la membrure, sont passées en diagonal pour rejoindre les canaux opposés : le dessin ainsi obtenu sur le dos de la membrure est une croix simple, non encadrée par des passages transversaux, et dont

les ligatures, au niveau du croisement du point, s'entremêlent les unes par dessus les autres. Les ligatures sont également ensuite bloquées dans leurs canaux de passage par des petites chevilles qui assurent en même temps l'étanchéité du système et permettent en outre d'isoler les ligatures qui sont par ailleurs recueillies par la petite gorge créée à la place de la pointe du V de chaque paire de canaux.

Dans les deux hypothèses, les points d'assemblage ont été réalisés avec une ligature en lin de 2 mm de diamètre constituée de deux brins torsadés, reproduisant ainsi les observations effectuées directement sur les vestiges archéologiques.

7. Mise en place de l'épontille

Pour finir le modèle, le fragment d'épontille a été encastré sur le dos de la membrure, au niveau de la quille (fig. 133i).

8. Observations et résultats de l'expérimentation

La construction du **modèle d'étude *Jules-Verne 9*** (fig. 133i et fig. 133j) aura permis, d'une part, de bien appréhender les techniques d'assemblage mises en œuvre pour réaliser les assemblages par ligatures du bordé et de la membrure et, d'autre part, de tirer des conclusions consistantes sur les deux systèmes d'assemblage restitués dans le cadre de cette expérimentation.

Concernant la technique d'assemblage des bordés, les chevilles horizontales employées dès le début de l'assemblage ont bien, comme cela avait été pressenti au moment de l'étude des vestiges archéologiques, une fonction de pré-assemblage en permettant, d'une part, de tenir en place les bordages entre eux pour effectuer les tracés préliminaires des évidements à percer pour le passage des ligatures et en permettant, d'autre part, de maintenir en forme les virures pour leur assemblage effectif au moyen des ligatures. L'expérimentation a montré ensuite que les canaux obliques n'étaient pas percés à partir des évidements tétraédriques mais au contraire depuis l'angle inférieur des cans des virures en direction des tétraèdres. La fonction première des évidements tétraédriques est donc de permettre une certaine marge de sortie à la mèche qui effectue le perçage des canaux. Ensuite seulement, les évidements tétraédriques jouent un rôle dans la régularité de l'assemblage en déterminant l'angle de passage des liens.

Concernant le passage de la ligature même, l'expérience a montré que ce sont les passages transversaux – 12 au total par point d'assemblage – qui assurent une liaison solide des pièces entre elles et non les passages diagonaux qui ne servent à passer que d'une paire de canal à une autre. Quant aux rouleaux d'étanchéité, s'ils ont pour fonction

d'assurer l'étanchéité du système, ils permettent également un meilleur serrage des liens tout en réduisant les risques de cisaillement de la ligature en modifiant leur angle de sortie contre les arêtes de la base des tétraèdres. Les petites chevilles, ensuite, insérées dans les canaux après le passage de la ligature, permettent en effet de la bloquer tout en participant à l'étanchéité du système, dans la mesure où les canaux ressortent sur la face externe du bordé. Enfin, bien que traversant l'épaisseur du bordé, les ligatures ne se retrouvent pas en proéminence sur l'extérieur de la coque puisqu'elles sont recueillies et protégées par des petites gorges créées par le percement des paires de canaux, à la place de la pointe du V ainsi formé, et sont finalement totalement isolées de l'extérieur grâce à l'extrémité des petites chevilles enfoncées dans les canaux. Au vu de ces résultats, on peut donc conclure que la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage, est une technique d'assemblage perfectionnée qui nécessite une réalisation précise et minutieuse.

Par ailleurs, le système d'assemblage par ligatures longitudinales ainsi réalisé se révèle être très solide et ce, sans que la ligature soit nécessairement tendue. Les raisons de cette solidité s'expliquent, d'une part, et bien évidemment, par le passage de la ligature qui effectue pas moins de six transfilages, avec au total douze passages transversaux dans chaque paire de canaux disposés en vis-à-vis sur deux virures adjacentes ; et d'autre part, par l'emploi des chevilles horizontales utilisées pour le pré-assemblage des éléments entre eux et qui, une fois l'assemblage réalisé, préviennent ensuite les risques de cisaillement des ligatures en évitant tout jeu longitudinal des virures les unes contre les autres, jouant alors un rôle indirect dans le système d'assemblage. Alliée à cette solidité, une certaine souplesse du système, par le jeu élastique des ligatures, est en outre pressentie mais c'est seulement avec la construction d'une réplique navigante du bateau que cette propriété effective du système pourrait être vérifiée. Enfin, il a été enregistré que pour réaliser 1 m de "couture" avec ces six transfilages, 4 m de ligatures étaient nécessaires. Sur cette base, il a donc été calculé que pour la construction de la barque ***Jules-Verne 9***, mesurant 9 m de longueur et comptant neuf virures – dont deux préceintes – pour chaque bord, il aura fallu 1,38 km de cordelette. Il a également été calculé, à partir du comptage effectué sur le quart-avant conservé de l'embarcation, que 9704 tétraèdres avaient été percés pour l'ensemble du bateau et autant de petites chevilles de blocage avaient donc été utilisées. Le nombre de chevilles horizontales est enfin estimé à 950 pour l'ensemble du bateau.

Concernant la liaison de la membrure au bordé, les deux hypothèses de restitution proposées pour la technique d'assemblage, mise en œuvre au moyen de ligatures ressortant sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sont pratiquement similaires et montrent une technique d'assemblage relativement élémentaire avec un passage simple et croisé des ligatures qui permettent d'assembler la membrure

contre le bordé. Les petites chevilles employées dans cette technique servent par ailleurs autant à bloquer les ligatures dans leurs passages que d'assurer l'étanchéité du système, dans la mesure où les canaux ressortent sur la face externe du bordé. De même que pour l'assemblage du bordé, la ligature est ici recueillie et protégée, sur l'extérieur de la coque, par les petites gorges situées à la place de la pointe des V que forment les paires de canaux ainsi que par les extrémités des petites chevilles enfoncées dans les canaux qui l'isolent complètement.

En définitive, le système d'assemblage par ligatures externes à la membrure se révèle ici solide dans la mesure où la morphologie des membrures est adaptée à ce type d'assemblage en permettant, avec une section trapézoïdale, un meilleur serrage des liens, et en prévenant, avec des courbes arrondies, sans aucune arête vive, les risques de cisaillement des ligatures. Néanmoins, en l'absence d'autres éléments d'assemblage, tels que des gournables ou des clous, associés aux points de ligatures externes, ce système demeure relativement précaire dans la mesure où, en cas de relâchement ou de rupture de la ligature, l'assemblage ferme de la membrure au bordé n'est plus du tout assurée et peut entraîner un déplacement, voire un enlèvement total de la membrure sur le bordé. Ce système d'assemblage, moins élaboré que celui mis en place sur le bordé, montre et confirme donc bien le rôle secondaire que jouait la membrure dans ce système de construction « sur bordé » où le bordé, soigneusement et fortement assemblé dans toutes ses parties, jouait précisément le rôle de structure portante et dominante de la coque.

Pour conclure, l'expérimentation des techniques d'assemblage par ligatures et la restitution des systèmes d'assemblage de la grande barque de pêche ***Jules-Verne 9*** se révèlent donc être tout à fait positives et répondent pleinement aux attentes espérées. L'expérimentation, en ayant permis de mieux appréhender les procédés de réalisation, et la restitution en ayant permis de mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes. Par ailleurs, si les systèmes et les techniques d'assemblage étudiés sont caractéristiques des bateaux de tradition grecque archaïque (cf. les épaves ***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9*** et ***Pabuç Burnu*** ?), ils interviennent aussi dans certains systèmes d'assemblage mixtes faisant intervenir la ligature (cf. diagramme n°II.I.C, II.III.C, II.II.C). Néanmoins, si les navires ou bateaux concernés par ce système et cette technique sont plus tardifs, il s'agit toujours, là aussi, de navires ou de bateaux exclusivement de tradition grecque (cf. les épaves ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1***, ***Ma'agan Mikhael***). On retrouve aussi cette même technique d'assemblage par ligatures employée pour des réparations également dans la coque de navires grecs (cf. les épaves ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, et ***Gela 2***).

C. Le modèle d'étude de Cavalière : construction et résultats[1087]

Le **modèle d'étude de Cavalière**, construit en 25 jours entre le mois de juin et le mois de novembre 2002 par R. Roman et moi-même, porte sur une portion du navire romain de Cavalière daté aux alentours de 100 av. J.-C. Celui-ci est représentatif d'une série de navires et de bateaux attestés du III^{e} s. av. J.-C. au I^{er} s. apr. J.-C. dans l'arc septentrional de la Méditerranée occidentale et qui présentent la particularité d'avoir un bordé entièrement assemblé par un système de tenons et mortaises chevillés associé à une membrure qui lui est fixée soit au moyen d'un système d'assemblage par ligatures internes à la membrure (cf. l'épave ***La Tour Fondue***, diagramme n°III+1.2), soit au moyen d'un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage (cf. les épaves ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***Cap del Vol***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***Baie de l'Amitié***, ***Port La Nautique***, diagramme n°III+2.2 ainsi que l'épave ***Jeaume-Garde B*** pour des réparations, diagramme n°III+3 + 2.2). Dans ces deux systèmes, la technique d'assemblage par ligatures internes est la même (diagramme n°d). Elle consiste à passer en boucle une ligature végétale dans un couple d'évidements cylindriques percés à mi-bois dans la hauteur de la membrure et de la virure correspondante ainsi que dans des gorges creusées entre les canaux de passage, sur le dos de la membrure ainsi que sur la face externe du bordé. La ligature effectue plusieurs tours et est ensuite bloquée par l'insertion de gournables qui participent en plus, en occupant la hauteur des évidements cylindriques, à l'étanchéité du système. Celle-ci est également complétée par la mise en place d'une épaisse couche de poix venant colmater la gorge située sur le dos de la membrure et celle située sur la face externe de la virure (fig. 89d).

Sur la dizaine d'épaves découvertes à ce jour, qui présente cette même technique d'assemblage par ligatures originale, **le navire de Cavalière** a été choisi car il présente une portion de coque conservée importante qui a été bien étudiée et pour laquelle la documentation est relativement complète[1088].

[1087] En plus d'avoir fait l'objet d'un film documentaire, présenté en annexe (cf. DVD), le modèle d'étude de Cavalière a également fait l'objet d'une communication à Roskilde (Danemark), en septembre 2003, dans le cadre du colloque international *ISBSA 10* (cf. **Marlier à paraître c**).

[1088] Pour l'étude architecturale, voire la monographie de l'épave publiée dans *Archaeonautica* 2 (**Charlin *et al.* 1978**). Pour ce qui concerne le système d'assemblage des membrures par ligatures, qui a seulement été découvert lors de la réouverture du site en 1995 à l'occasion d'une mission effectuée dans le cadre du programme *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* (**Guibal, Pomey 1999**), cf. **Pomey 1996** et **2002 d**. P. Pomey m'a également gentiment confié le rapport de mission où étaient consignées de précieuses remarques concernant cet assemblage par ligatures et il m'a aussi permis d'utiliser les relevés et les photographies non publiés effectués par M. Rival et G. Réveillac (CCJ/CNRS) lors de cette mission.

La construction du modèle d'étude, réalisée sur une section de moins d'un mètre, avait donc pour objectif d'expérimenter la technique d'assemblage par des points de ligatures internes ressortant sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage ; l'objectif global étant de restituer le système d'assemblage mixte, par des points de ligatures internes alternant avec des gournables, de la membrure au bordé et d'en comprendre son fonctionnement.

1. L'axonométrie de référence

Le modèle d'étude réalisé porte sur la partie centrale de la coque et comprend une section de quille, une section des six premières virures, deux sections de couples et de deux demi-couples. L'axonométrie, qui a servi de plan de référence à la fabrication de la maquette (fig. 134a), a été réalisée avec l'aide de M. Rival à partir des coupes transversales M19 et M26 relevées directement sur l'épave et publiées par J.-M. Gassend en 1978[1089] (fig. 134b). Les deux couples représentés sur l'axonométrie correspondent ainsi à la coupe transversale M19 et les demi-couples, à la coupe transversale M26.

2. Le bois employé

Les différentes pièces du modèle (quille, bordé et membrure) ont été réalisées en pin sylvestre. Ce choix a été motivé par la difficulté de se procurer l'essence d'origine, du pin à écorce blanche, appelé aussi pin de Bosnie, employée pour la construction de la coque du navire de Cavalière. Pour les pièces d'assemblage, nous avons utilisé du chêne-vert pour la réalisation des tenons et du hêtre pour la réalisation des petites chevilles de bordé ainsi que pour les gournables des membrures. Si l'essence d'origine employée pour les tenons a été respectée, elle ne l'a en revanche pas été pour les petites chevilles de bordé et les gournables qui étaient originellement en chêne-vert pour les premières et en sapin pour les secondes. Si ces deux essences n'ont pas été utilisées, c'est parce que nous avons employé du tourillon[1090] qui n'est fabriqué qu'en hêtre.

3. Les outils utilisés

Concernant les outils employés pour la construction de la maquette, nous avons utilisé les outils traditionnels de charpenterie (scie égoïne, rabot, ciseau à bois, bédane, marteau, vilebrequin, gouge). Cependant, pour nous faciliter le travail, l'intérêt principal du modèle étant le système d'assemblage de la membrure au bordé, nous avons également

[1089] Cf. **Charlin *et al.* 1978**, fig. 34.
[1090] Le tourillon est une longue cheville cylindrique vendue dans le commerce et à partir de laquelle peuvent être débitées des petites chevilles de la longueur souhaitée.

employé des outils électriques utilisés en charpenterie moderne (scie à ruban, rabot électrique, dégauchisseuse, mortaiseuse, perceuse électrique).

4. Tracés et découpes des pièces

Toutes les pièces du modèle (quille, bordages et membrures) ont été dégrossies à la scie à ruban. Les faces et les cans des pièces ont ensuite été préparés soit au rabot électrique et manuel (pour la quille, le galbord et les membrures) soit à la dégauchisseuse (pour le ribord et les autres virures V3, V4, V5 et V6). Concernant les tracés des pièces présentant une forme géométrique (quille, ribord et virures), les dimensions ont été reportées directement sur les pièces de bois à débiter (fig. 134c). En revanche, pour tracer le profil des pièces sculptées (galbord et extrémités des couples et des demi-couples) ou présentant une courbe irrégulière (faces inférieures des membrures dont le profil doit être adapté à la courbe du bordé), des gabarits ont été utilisés. Ainsi, pour tracer le profil du galbord et les extrémités des membrures, nous avons utilisé les coupes transversales M19 et M26 agrandies à l'échelle 1 et que nous avons reportées sur les pièces à découper. Pour tracer le profil de la face inférieure des membrures, nous avons en revanche utilisé des gabarits en carton que nous avons obtenu par "tabletage" de la courbe de la face interne du bordé une fois celui-ci monté[1091] (fig. 134d).

Les dimensions des pièces préparées de la sorte sont les suivantes :

	Forme	Longueur	largeur	Hauteur/épaisseur	Particularités
Q	Hexagonale	95 cm	Au niveau face inf. : 9,5 cm Au niveau face sup. : 6 cm	16 cm	Chanfreins de 4 cm pratiqués sur les faces latérales
Galbord V1	Trapézoïdale	95 cm	9 cm	Ép. au contact de la quille : 3,9 cm Ép. au contact du ribord : 3,1 cm	
Ribord V2	Rectangulaire	95 cm	13,5 cm	3 cm	
V3	Rectangulaire	95 cm	12 cm	3 cm	
V4	Rectangulaire	95 cm	17,5 cm	3 cm	
V5	Rectangulaire	95 cm	17,5 cm	3 cm	
V6	Rectangulaire	95 cm	15 cm	3 cm	
Varangues	Rectangulaire	85 cm	de 9,7 cm	env. 9 cm	Sur l'extrémité des varangues : 2 entailles latérales situées au niveau de la face supérieure (L. : 13 ; l. : 2 ;

[1091] Cf. *supra*, note n01085.

					h. : 2,5 cm) = entailles à redent destinées à recevoir le massif d'emplanture
Demi-couples	Rectangulaire	78,5 cm	env. 9,7 cm	env. 8,8 cm	

5. Montage et assemblage de la quille et du bordé

Une fois la quille, le galbord et les virures découpés et préparés, les pièces ont été assemblées au moyen de tenons chevillés dans des mortaises et afin de reproduire la courbe du fond de carène du navire, deux gabarits en contreplaqué ont été utilisés.

Les mortaises du navire de Cavalière sont alignées sur les cans des virures et leur implantation n'est vraisemblablement pas alternée d'un bord à l'autre d'une même virure. Seul le galbord, en raison de sa faible largeur, nécessite un aménagement décalé de ses mortaises d'un can par rapport à l'autre[1092]. Les emplacements des mortaises, sur les cans de la quille et des virures ont été tracés à la règle et au crayon gris mais il est sans doute vraisemblable que les constructeurs du navire de Cavalière n'aient pas eu recours à une règle graduée, ni à d'autres instruments de mesure perfectionnés tels qu'une équerre ou un trusquin, mais qu'ils ont plutôt utilisé des systèmes de tracés et de reports élémentaires, telles que des abaques[1093]. Ménagées sur les chanfreins de la quille, les mortaises présentent une largeur de 6,5 cm pour une épaisseur de 0,9 cm environ et leur écartement est de 4,5 à 5 cm. Le can du galbord du côté de la quille présente bien évidemment la même disposition des mortaises afin que les mortaises des deux pièces à assembler soient bien en correspondance les unes avec les autres. Sur les cans des virures, les dimensions des mortaises et leur écartement sont semblables à celles ménagées sur les chanfreins de la quille en correspondance avec le galbord.

Toutes les mortaises disposées sur le can libre de la quille (qui ne reçoit pas de galbord sur le modèle) ainsi que quelques-unes disposées sur les cans des virures ont été creusées à la main au moyen d'un ciseau à bois large de 4 cm, d'un bédane de 0,8 cm de section et d'un marteau (fig. 134e). Le ciseau à bois permet d'entailler les flancs des mortaises et le bédane permet de trancher les joues et également de dégorger les mortaises, c'est-à-dire de creuser les mortaises. L'opération est répétée jusqu'à obtenir la profondeur voulue. Le bédane est un outil bien adapté au creusement des mortaises car il est de section carrée

[1092] Il s'agit ici d'une déduction s'appuyant uniquement sur la faible largeur du galbord puisque aucun des relevés publiés dans **Charlin *et al.* 1978** ne montre cet aménagement décalé des mortaises d'un bord à l'autre de la première virure.

[1093] Peu d'épaves antiques témoigne en effet de tracés préparatoires minutieux qui requièrent des instruments perfectionnés tels qu'une règle graduée, une équerre, un compas à pointe sèche ou encore un trusquin. Seule l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9***, avec ses tracés préparatoires très précis pour les assemblages de ses diverses structures, nous fournit l'exemple de l'emploi de ces divers outils (cf. *supra* la construction du modèle d'étude *Jules-Verne 9* et cf. **Pomey 1995**, p. 471 ; **1998 a**, p. 65-66 et note 20, p. 66).

(contrairement au ciseau qui est plat) et son tranchant se trouve dans l'épaisseur de la barre en métal qui le constitue : c'est donc un outil solide qui permet de trancher et de faire également levier pour dégorger le bois. C'est l'outil qui est utilisé dans l'architecture traditionnelle pour le creusement des mortaises qui s'effectue selon le même procédé que celui décrit ci-dessus (sachant que l'on peut se passer du ciseau à bois et uniquement se servir du bédane). La profondeur des mortaises creusées sur les chanfreins de la quille est de 6 cm environ et varie de 4 à 6,5 cm sur les cans des virures. Lors du creusement des mortaises au bédane, on a pu observer qu'à une certaine profondeur, notamment à partir de 5 cm, la progression est plus difficile. La difficulté à creuser plus en profondeur est due à l'angle d'incidence à donner au bédane qui devient de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on descend. Avec un jeu du bédane dans la mortaise qui est réduit, on remarque alors qu'on ne peut faire autrement que de tailler le fond de la mortaise en forme de V retourné. Cette petite protubérance peut cependant être cassée et certains vestiges archéologiques montrent clairement la refouille des fonds de mortaises au bédane[1094]. La mortaise doit donc être creusée suffisamment profondément pour permettre l'insertion de la longueur voulue du tenon sans que celui-ci vienne buter sur cette petite protubérance. Une fois l'expérimentation faite du creusement des mortaises à la main, les autres mortaises ont été exécutées au moyen d'une mortaiseuse au chantier naval Borg (Marseille).

Les tenons ont ensuite été débités à l'aide de la scie à ruban dans des planches de chêne-vert. Selon les relevés de M. Rival[1095], les tenons du navire présentent une forme rectangulaire allongée avec au moins une de leurs extrémités biseautées. L'extrémité biseautée permettait aux tenons de mieux pénétrer dans les mortaises. On ne sait en revanche pas si l'autre extrémité était également biseautée[1096]. Il se pourrait que ce ne fut pas le cas, comme sur le navire de La Madrague de Giens. Dans ce cas, les côtés non biseautés des tenons étaient enfoncés, de force et sans aucun jeu, dans les mortaises de la virure en place et en attente, tandis que les côtés biseautés recevaient alors la virure suivante et s'enfonçaient aisément dans les mortaises situées en vis-à-vis où elles disposaient alors d'un jeu important. D'après M. Rival, c'est vraisemblablement par ce jeu des tenons dans les mortaises de la nouvelle virure que s'effectuait l'ajustement des bordages[1097]. Cette réflexion n'étant néanmoins intervenue qu'après la réalisation de notre modèle d'étude, nous avons biseauté les deux extrémités de chaque tenon employé pour

[1094] Cf. par exemple pour l'épave *La Madrague de Giens*, **Rival 1991**, pl. 56, fig. 1 et 2, p. 198 et pl. 57, p. 199.
[1095] Cf. relevés effectués au cours d'une mission *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »* et conservés au bureau d'archéologie navale du CCJ.
[1096] Sur les relevés effectués par M. Rival, les tenons ont en effet tous une extrémité, opposée à celle qui est biseautée, fragmentée.
[1097] **Rival 1991**, p. 195, pl. 56-1, 56-2, p. 198 et pl. 57, p. 199.

l'assemblage des bordages. Leur longueur est en moyenne de 11,5 cm pour une largeur d'environ 6 cm et une épaisseur de 0,6 à 0,7 cm. Les extrémités biseautées des tenons ont permis de les enfoncer aisément dans les mortaises et le fait qu'ils soient moins larges et moins épais également que les mortaises leurs ont permis de bénéficier d'un jeu latéral et vertical. Ce jeu est très important car il permet aux tenons, au moment de l'assemblage de deux pièces, de se positionner naturellement dans les mortaises en vis-à-vis. C'est notamment essentiel pour les assemblages de deux pièces qui vont former un angle, tel que l'assemblage du galbord à la quille.

Une fois toutes les virures assemblées par l'intermédiaire des tenons, nous avons percé, de part et d'autre de chaque joint de virure et sur le can de la quille, des trous verticaux traversant l'épaisseur du bordé et des tenons mis en place afin d'y enfoncer les petites chevilles de blocage des assemblages. Les trous ont été effectués à la perceuse électrique avec une mèche de 8 mm. Ayant employé du tourillon, les petites chevilles n'étaient pas tronconiques comme celles employées sur le navire ; nous les avons néanmoins enfoncées à partir de l'intérieur de la coque, à l'aide d'un marteau.

L'ensemble du bordé, assemblé selon cette technique, présente une parfaite cohésion et l'on observe que ce système d'assemblage est particulièrement solide, notamment au niveau de l'assemblage quille-galbord qui ne forme alors plus qu'une seule pièce parfaitement homogène.

Une fois le bordé entièrement monté et reposant sur les deux gabarits, l'étape suivante a été le positionnement et l'assemblage des pièces de membrure.

6. Positionnement et assemblage de la membrure

6.1. Positionnement des membrures sur le bordé

Le positionnement des membrures sur le bordé a été repéré en prenant en compte la largeur des varangues et des demi-couples, proche de 10 cm, et leur écartement, de l'ordre de 15 à 18 cm. L'écartement des membrures choisi pour la maquette est constant, avec une disposition tous les 15 cm.

6.2. Tracé de la position des éléments d'assemblage : gournables simples et évidements cylindriques pour le passage des ligatures

Avant de procéder directement à l'assemblage des membrures sur le bordé, les emplacements des gournables simples ainsi que la position des canaux à évider pour le

passage des ligatures bloquées ensuite par des chevilles ont dû être repérés sur le dos des varangues et des demi-couples. Pour cette étape, nous ne nous sommes pas référés à la publication de Charlin *et al.* 1978, puisque lors de la fouille de l'épave dans les années 1970, J.-M. Gassend, alors responsable de l'étude architecturale, n'avait pas repéré le système d'assemblage mixte de la membrure alternant des points de ligatures internes bloqués par des chevilles et des gournables. Bien qu'il ait néanmoins positionné des paires de gournables alternées avec des gournables simples sur ses coupes transversales, nous avons préféré nous appuyer sur les observations de P. Pomey et les relevés effectués par M. Rival au moment de la réouverture de l'épave en 1995 lors d'une des campagnes *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*. D'après les observations effectuées par P. Pomey, se trouverait, positionné sur le dos des varangues et implanté à partir du ribord, une alternance régulière de deux gournables simples, un point de ligature, deux gournables simples *etc*.… De plus, au niveau du galbord, un clou, enfoncé à partir de l'extérieur et ne ressortant pas sur l'intérieur de la coque, renforcerait l'assemblage de la varangue au bordé. À l'inverse, pour les demi-couples, et implanté également à partir du ribord, se trouverait une alternance de deux points de ligatures, une gournable simple, deux points de ligatures *etc*.… On retrouve également ce type de disposition sur deux relevés de membrure effectués par M. Rival. On a donc un schéma global en quinconce avec une alternance, dans le sens transversal, de 2 (gournables simples ou points de ligature) – 1 (point de ligature ou gournable simple) – 2 – 1 et une alternance simple dans le sens longitudinal (1 gournable simple, 1 point de ligature…). L'alternance se faisant par ailleurs au niveau de chaque virure (fig. 134a). Dans ce schéma global, P. Pomey a néanmoins observé qu'à partir de la huitième virure, l'alternance passait vraisemblablement à un rythme simple. Mais ces dernières observations n'ont été effectuées que sur deux membrures. Dans tous les cas, notre modèle d'étude ne comportant que six virures (galbord et ribord compris), nous avons respecté le schéma décrit plus haut, à savoir :

	Varangues	**Demi-couples**
Galbord V1	1 clou	-
Ribord V2	1 gournable simple	1 point de ligature interne
V3	1 gournable simple	1 point de ligature interne
V4	1 point de ligature interne	1 gournable simple
V5	1 gournable simple	1 point de ligature interne
V6	1 gournable simple	1 point de ligature interne

Une fois le schéma global déterminé, les emplacements des gournables simples et des canaux à évider pour le passage des ligatures ont été tracés sur le dos des membrures. Le tracé s'est effectué à l'œil, approximativement au centre de la largeur des membrures et au centre de la largeur des virures. Seuls les écarts entre les canaux pour le passage de la ligature, de 4,8 cm en moyenne, ont été tracés à la règle (fig. 134f).

6.3. Expérimentation de la technique d'assemblage des membrures au bordé par des points de ligatures internes au moyen de "bois-tests"

Une fois tous ces tracés effectués et avant de passer directement à l'assemblage des pièces de membrure sur le bordé, nous avons d'abord expérimenté plusieurs hypothèses d'assemblage par ligatures. Ces expérimentations ont été effectuées sur un "bois-test" constitué de deux pièces découpées selon la hauteur des membrures (9 cm env.) et selon la hauteur des virures du bordé (3 cm). Une fois encore, nous nous sommes appuyés sur les observations de P. Pomey effectuées directement sur les vestiges archéologiques, sur les relevés de M. Rival ainsi que sur les photographies de G. Réveillac (CCJ/CNRS) réalisés sur les bois sortis de l'eau et bien souvent, après avoir été ouverts pour l'observation du passage de la ligature à travers les membrures et le bordé (fig. 89d). À partir de l'analyse de cette documentation, les observations remarquables ont été les suivantes :

1. La ligature passe à mi-bois, à travers toute la hauteur de la membrure et du bordé et fait plusieurs tours – mais il est difficile de savoir combien – avant d'être arrêtée sans nœud : ce sont les chevilles qui la bloquent dans son passage. L'épaisseur de la ligature est difficile à déterminer en raison de son écrasement par les chevilles dans les canaux de passage. Il est également difficile d'observer combien de brins composent la ligature : s'agit-il d'une ligature composée de deux brins toronnés ou s'agit-il d'une tresse composée de trois brins ? D'après les relevés et les photographies, il s'agirait plutôt d'une tresse (fig. 134g), ce que confirme par ailleurs la plupart des navires "membrures cousues" ;

2. Les gournables, qui bloquent les ligatures dans leur passage, présentent un pan coupé pour laisser le passage libre à la ligature. D'après les relevés, ce bord abattu semble être d'environ 4 à 5 mm d'épaisseur. Concernant le sens d'enfoncement d'une même paire de chevilles de blocage, P. Pomey ne l'a pas remarqué et les enregistrements ne permettent pas clairement de l'apprécier. J.-M. Gassend, lors de la fouille de l'épave, a néanmoins noté que toutes les gournables – y compris les gournables simples – avaient été enfoncées à partir de l'extérieur. Cependant, dans la mesure où il n'a pas repéré l'assemblage réel au moyen de ligatures, il est possible de douter de cette observation

globale, d'autant que sur les photos de **l'épave *Cap Béar 3***, on voit clairement que les chevilles de blocage de chaque paire ont été enfoncées en opposition, c'est-à-dire avec une cheville enfoncée à partir de l'intérieur et l'autre cheville enfoncée à partir de l'extérieur de la coque (fig. 93d). Au moment de la construction du modèle de Cavalière, **l'épave *SM24*** – qui présente la même particularité – n'avait pas encore été découverte. En revanche, sur **les épaves *Baie de l'Amitié* et de Port la Nautique**, M.-P. Jézégou semble avoir observé un enfoncement des deux chevilles à partir de l'extérieur (cf. tableau I) ;

3. Sur le dos de la membrure ainsi que sur la face externe du bordé, une gorge est pratiquée entre les deux canaux de passage : cette gorge est destinée à recevoir la ligature afin qu'elle ne soit pas en proéminence et donc ne s'use prématurément au contact de l'eau ou par frottement (fig. 89d) ;
   D'après les mesures faites sur les relevés :
   - la largeur des gorges situées sur le dos des membrures est de 1,4 cm en moyenne et la profondeur est de 1,2 cm en moyenne,
   - pour les gorges situées sur la face externe du bordé, la largeur est identique, mais la profondeur est de 0,5 cm en moyenne ;

4. Après la mise en place de la ligature et des chevilles de blocage, les gorges, situées sur le dos des membrures ainsi que sur la face externe du bordé, sont colmatées avec de la poix afin de protéger les ligatures du milieu extérieur, et notamment du contact direct avec l'eau (fig. 134h). La poix participe ainsi à l'étanchéité du système d'assemblage.

À partir de ces remarques, plusieurs tests ont donc été expérimentés : avec un toron pour le premier test[1098] et avec une tresse pour les suivants avec, à chaque fois, des brins d'un diamètre différent. Pour chaque test, le nombre de tours qu'il était possible d'effectuer avec la ligature avant l'insertion des chevilles de blocage a été enregistré. Le sens d'enfoncement des chevilles de blocage a également été vérifié.

Pour réaliser les tests, de même que pour la réalisation ultérieure des assemblages de la membrure au bordé du modèle, nous avons choisi d'utiliser du chanvre. Bien qu'aucun test d'analyse n'ait été effectué sur les ligatures utilisées dans les assemblages du navire de Cavalière et qu'il semblerait que ce fut le sparte, et plus précisément l'alfa, qui eut été le végétal le plus adapté pour ce type d'assemblage (cf. chap. suivant, p. 575), nous avons

[1098] Même si la plupart des navires "membrures cousues" utilisent des tresses végétales pour leur assemblage, nous avons tout de même voulu effectuer un test au moyen d'un toron, c'est-à-dire d'une ligature constituée de deux brins liés ensemble par torsion.

utilisé du chanvre, d'une part, pour des questions d'approvisionnement[1099], et d'autre part, pour tester cette fibre végétale employée en tant que ligature.

Au total, cinq tests ont été réalisés. Pour la réalisation de chaque test, les évidements cylindriques pour le passage des ligatures ont été percés au vilebrequin avec une mèche de 1,8 cm (du diamètre moyen des chevilles de blocage déterminé par les mesures faites sur les relevés). Les gorges situées sur le dos de la membrure ainsi que sur la face externe du bordé ont été creusées à la gouge selon les dimensions moyennes déterminées à partir des relevés (cf. *supra*) (fig. 134i). Les chevilles de blocage ont été découpées à partir de tourillons de 1,8 cm de diamètre et pour chacune, un bord de 4 mm d'épaisseur a été abattu. Pour l'ensemble des tests, la ligature a toujours été passée dans le même sens – celui des aiguilles d'une montre – avec une seule extrémité effectuant le passage. Les résultats enregistrés pour chaque test sont les suivants :

- Le test A a été réalisé avec un toron d'une longueur de 1,30 m constitué de deux brins de chanvre de 3 mm de diamètre chacun.
  Au total, le toron a été passé au travers des évidements cylindriques reliés par des gorges sur 3 tours ¼ avant d'être bloqué par les chevilles et avec, à chaque passage, une tension effectuée sur la ligature (fig. 134j). Au moment de l'insertion des chevilles, il est apparu naturel et évident, que celles-ci devaient être enfoncées dans le sens de passage de la ligature afin, bien sûr, de la bloquer, mais également de la tendre davantage et d'augmenter ainsi sa force de tension. Les chevilles de blocage, dans cette technique d'assemblage, et contrairement à ce qu'avait pu enregistrer M.-P. Jézégou pour **les épaves *Baie de l'Amitié* et de Port la Nautique**[1100], sont donc nécessairement enfoncées en opposition, avec une cheville insérée à partir de l'intérieur et l'autre cheville insérée à partir de l'extérieur de la coque ; ce qui a été confirmé, par la suite, par la fouille et l'étude de l'épave ***SM24*** (cf. tableau I).
  Par ailleurs, dans ce test, la ligature n'occupe pas complètement les gorges qui peuvent ainsi être comblées par une couche de poix (fig. 134k).

- Le test B a été réalisé avec trois brins de chanvre de 5 mm de diamètre tressés ensemble, pour une largeur à plat de 1,7 cm, et sur une longueur de 2,05 m.

[1099] S'il est aisé, en effet, de se procurer de la cordelette de chanvre (celle-ci a été achetée dans les Alpes de Haute Provence, auprès d'une association appelée *La renaissance du chanvre*), il est en revanche plus difficile de se fournir en cordelette de sparte ou d'alfa, ces végétaux n'étant plus guère aujourd'hui récoltés que dans les pays du Maghreb, la Sardaigne et la Sicile, dans quelques régions d'Espagne et dans le Sud du Portugal. C'est finalement seulement pour la construction du modèle d'étude réalisé pour le navire de Comacchio que nous avons réussi à nous en procurer (cf. *infra*).

[1100] Pour l'épave de Port la Nautique, les observations de M.-P. Jézégou ont été effectuées sur une coupe réalisée dans l'épaisseur de l'un des bordages, ce qui pourrait expliquer l'erreur d'appréciation de celle-ci (cf. **Falguéra, Jézégou 2002**, p. 44 et fig. 107b).

Au total, la tresse n'effectue même pas un tour complet. Celle-ci se révèle en effet être trop épaisse (fig. 134l) et se retrouve en protubérance au niveau des gorges situées sur la face externe du bordé et sur le dos de la membrure (fig. 134m). Il est donc impossible de faire plus d'un tour en raison du trop gros diamètre de la ligature. Avec un seul passage, il est par ailleurs difficile d'enfoncer une cheville dans le premier canal (fig. 134n).

- Le test C a été réalisé avec trois brins de chanvre de 3 mm de diamètre tressés ensemble, pour une largeur à plat de 8 mm, et sur une longueur de 50 cm.
  Au total, la tresse est passée sur 1 tour ¼ ce qui signifie que l'extrémité de la tresse qui effectuait les passages a été bloquée à la remontée dans le canal de gauche par l'insertion d'une cheville. L'autre cheville a été enfoncée à l'inverse, à partir du dos de la membrure, toujours dans le sens de passage de la ligature (fig. 134o).
  Avec ce passage, la ligature n'occupe quasiment pas les gorges qui peuvent être comblées avec une épaisse couche de poix (fig. 134p).

  L'emploi de brins de 3 mm tressés ensemble paraît convenir pour ce type d'assemblage. Le passage de la tresse dans les canaux sur 1 tour ¼ semble cependant insuffisant et le test a donc dû être recommencé avec une tresse d'une longueur supérieure à 50 cm (cf. test E).

- Le test D a été réalisé avec trois brins de chanvre de 2,5 mm de diamètre tressés ensemble, pour une largeur à plat de 7 mm, et sur une longueur de 1,50 m.
  Au total la tresse est passée sur 5 tours ¼, ce qui signifie que l'extrémité de la tresse qui effectuait les passages a été bloquée à la descente dans le canal de droite par l'insertion d'une cheville. L'autre cheville a été enfoncée à l'inverse, à partir de la face externe du bordé, toujours dans le sens de passage de la ligature (fig. 134q).

  Au niveau de la gorge située sur le dos de la membrure, il reste encore de l'espace disponible pour y couler de la poix ; en revanche, la gorge située sur la face externe du bordé est complètement remplie par les passages de la ligature (fig. 134r).

- Le test E a été réalisé avec trois brins de chanvre de 3 mm de diamètre tressés ensemble, pour une largeur à plat de 8,5 mm, et sur une longueur de 60 cm. Le test E reprend en réalité le test C, mais avec une tresse plus longue.
  Avec cette tresse, il est possible de faire 3 tours ¼ avant l'insertion des chevilles de blocage. Seulement, avec trois passages, la ligature se retrouve être en protubérance sur la face externe du bordé. L'opération a donc été recommencée en prenant soin d'exécuter moins de passages afin que la ligature ne soit plus en proéminence sur la face externe du bordé. On obtient alors un passage de la tresse sur 2 tours ¼, ce qui signifie que l'extrémité de la tresse qui effectuait les passages a été bloquée à la

descente dans le canal de droite par l'insertion d'une cheville. L'autre cheville a été enfoncée à l'inverse, à partir de la face externe du bordé, toujours dans le sens de passage de la ligature (fig. 134s).

Avec ce passage, la ligature n'est pas en proéminence sur la face externe du bordé et il reste donc de l'espace dans cette gorge (env. 1 mm) (fig. 134t), mais aussi sur celle située sur le dos de la membrure (env. 5 mm) (fig. 134u), pour que les deux gorges soient remplies de poix (fig. 134v).

6.4.Résultats de l'expérimentation

Les remarques d'ordre général, concernant l'ensemble des tests, intéressent en premier lieu le sens d'enfoncement des chevilles de blocage. S'il semble logique, finalement, et ce, dès le premier test réalisé (cf. test A), que les chevilles de blocage soient enfoncées dans le sens de passage des ligatures, il aura fallu le réaliser pratiquement pour l'appréhender et le considérer désormais comme un acquis, intéressant en réalité tous les navires présentant cette technique d'assemblage par ligatures.

La seconde remarque concerne la solidité de la liaison des pièces ainsi assemblées. Excepté pour les tests B et C qui n'ont pu réellement aboutir, on enregistre en effet un assemblage très ferme entre les deux pièces qui se retrouvent fermement plaquées l'une contre l'autre.

En ce qui concerne plus précisément les résultats de cette expérimentation, c'est le test E, au final – en raison de la largeur de la tresse utilisée et du nombre de tours réalisés avec qui permettait d'effectuer un nombre de passage satisfaisant avant l'insertion des chevilles, sans pour autant que les gorges soient totalement remplies par la ligature – qui a été retenu comme étant le test le plus recevable. Le test A n'a en effet pas été retenu en raison de l'utilisation d'un toron et non d'une tresse, le test B en raison de la grosseur trop importante de la tresse, le test C en raison d'une longueur de tresse trop courte et le test D car le brin utilisé pour réaliser la tresse était trop fin et que le nombre de tours effectué obstruait complètement la gorge située sur la face externe du bordé.

6.5.L'assemblage de la membrure au bordé

De la même façon que pour le "bois-test", les évidements cylindriques pour l'insertion des ligatures bloquées par les chevilles, mais également pour l'insertion des gournables simples, ont été percés à mi-bois dans la hauteur de la membrure et dans l'épaisseur du bordé correspondante au moyen d'un vilebrequin muni d'une mèche de 1,8 cm. Les gorges qui relient les évidements cylindriques pour le passage de la ligature,

situées sur le dos des membrures et sur la face externe du bordé, ont ensuite été creusées au moyen d'une gouge et d'un marteau.

Pour chaque membrure, les gournables simples ont d'abord été enfoncées, à partir de l'extérieur du bordé, afin de maintenir les membrures en place sur le bordé avant de procéder à l'assemblage par ligatures.

Ensuite seulement, les assemblages par ligatures ont été réalisés selon le procédé utilisé pour le test E. Mais contrairement aux tests, dont le but était d'expérimenter le type de tresse, le nombre de tours effectué par la ligature et le sens d'insertion des chevilles de blocage et qui pouvaient donc être réalisés par une seule personne, les assemblages des membrures au bordé du modèle ont nécessité la présence de deux personnes. L'une se tenait en effet à l'"intérieur de la coque", soit du côté des membrures, et l'autre se trouvait à l'"extérieur de la coque", soit du côté de la face externe du bordé. Cette position, révélée par la documentation ethnographique (cf. chap. précédent sur les sources ethnographiques) (fig. 128m), facilite en effet le passage et la tension de la ligature à travers les canaux (fig. 134w et fig. 134x). La tension de la ligature, à chaque passage, est par ailleurs très importante, notamment dans le cas des navires "membrures cousues", car c'est elle qui va permettre de plaquer fermement la membrure contre le bordé. Une fois la ligature en place et la tension de celle-ci maintenue, chaque personne, placée de son côté, enfonce une cheville dans le sens de passage de la ligature permettant à la fois de bloquer la ligature ainsi que d'augmenter sa force de tension (fig. 134y). Il faut noter ici que le nombre de tours réalisé – "3 tours ¼ " – , de même que les autres tours "¼" ou "¾" effectués pour les tests sont finalement peu vraisemblables. Les constructeurs devaient en effet utiliser des mètres de ligatures qu'ils se passaient d'un bord à l'autre de la coque et une fois que le nombre de passage voulu était effectué – correspondant par conséquent à plusieurs tours complets auquel pouvait venir s'ajouter un demi-tour – ils inséraient, chacun de leur côté, la cheville de blocage et coupaient ensuite à ras le reste de ligature dépassant. Cette réflexion ne nous est cependant apparue logique que par la suite et nous avons donc bien réalisé les assemblages de la membrure du modèle comme pour le test E avec "3 tours ¼", soit en coupant au préalable l'extrémité de la ligature avant son dernier passage dans l'un des deux canaux.

Une fois ces assemblages effectués – insertion des gournables simples et mise en place des points de ligatures internes bloquées par des chevilles – la fixation des varangues au bordé a été renforcée pour chacune par un clou chassé à partir de l'extérieur de la coque au niveau du galbord. Les clous, longs de 8 cm chacun, ne ressortent pas sur la face supérieure des membrures.

7. Observations et résultats de l'expérimentation

La construction du **modèle d'étude de Cavalière** aura permis, d'une part, de bien appréhender la technique d'assemblage mise en œuvre pour réaliser les points de ligatures internes bloqués par des chevilles pour l'assemblage de la membrure au bordé et, d'autre part, de comprendre le principe même et l'intérêt de ce système d'assemblage alternant, à la fois dans le sens transversal et dans le sens longitudinal, des gournables simples et des points de ligatures internes pour l'assemblage de la membrure au bordé (fig. 134z).

Concernant la technique d'assemblage de la membrure au bordé par des points de ligatures internes ressortant sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure, l'expérimentation a permis de montrer des procédés de réalisation extrêmement élaborés avec la mise en œuvre d'une tresse végétale passée en boucle dans un couple d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et de la virure correspondante et reliés par des gorges, et arrêtée par l'insertion de deux gournables de blocage. Ces gournables présentent des pans coupés pour le passage de la ligature et sont par ailleurs insérées dans les canaux dans le sens de passage de la ligature de manière, non seulement à la bloquer mais aussi à en augmenter sa force de tension. Cet assemblage se révèle donc être très solide et permet de plaquer fermement les deux pièces l'une contre l'autre. L'étanchéité du système est par ailleurs parfaitement assurée, d'une part, par les chevilles de blocage qui viennent occuper toute la hauteur et l'espace laissé libre des évidements cylindriques, et d'autre part, par le colmatage des gorges par une épaisse couche de poix qui vient ainsi protéger la ligature du milieu extérieur tout en la dissimulant à la vue.

Le système d'assemblage mixte, alternant des points de ligatures internes réalisés selon cette technique et des gournables simples selon un schéma en quinconce élaboré (cf. tableau D et fig. 114, schéma n°5), s'explique par ailleurs par les avantages que présentent ces deux types d'assemblage. L'assemblage à mi-bois par des ligatures internes bloquées par des chevilles permet en effet de fixer solidement la membrure au bordé et de la maintenir plaquée contre celui-ci : cette technique d'assemblage, tant que la ligature n'est pas usée ou distendue, permet alors d'éviter tout déchaussement ou arrachement éventuel de la membrure au bordé. À l'inverse, les gournables simples permettent d'éviter tout glissement latéral des membrures sur le bordé, diminuant ainsi les risques de cisaillement des ligatures (fig. 134aa). Les relevés et les photographies de **l'épave de Cavalière** montrent en effet clairement, au niveau des points d'assemblages par ligatures bloquées par des chevilles, un glissement de la membrure sur le bordé avec un départ de fracture

« en baïonnette » des chevilles au niveau du point de contact membrure-bordé[1101] (fig. 89d et fig. 134ab). Les gournables simples, le plus souvent tronconiques, permettaient donc d'éviter que la membrure ne glisse tout à fait et que les ligatures ne se rompent sous la tension. Les gournables de blocage des ligatures devaient finalement également jouer ce rôle. Néanmoins, contrairement à un bateau comme celui de ***La Tour Fondue*** pour lequel la membrure est exclusivement assemblée au bordé au moyen de points de ligatures internes, la mise en alternance de ces points de ligatures avec des gournables permettait, en outre, une mise en œuvre certainement plus simple et plus rapide de ce système d'assemblage mixte, avec moins de points d'assemblage par ligatures à réaliser. D'où ces différents schémas conçus et réalisés en quinconce par les constructeurs pour la plupart des navires "membrures cousues" ayant recours à ce système d'assemblage mixte (cf. les épaves ***La Roche Fouras***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***Baie de l'Amitié***, ***Port La Nautique*** ainsi que l'épave ***Jeaume-Garde B*** pour des réparations – cf. tableau D et fig. 114), avec pour certains également des clous venant renforcer l'assemblage de la membrure au bordé (cf. les épaves ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Cap del Vol***, ***SM24***). Pour résumer, ce système d'assemblage mixte, par des points de ligatures internes associés à des éléments d'assemblage pour la fixation de la membrure au bordé, présente des avantages à la fois techniques – liés à sa résistance mécanique aux tensions verticales et latérales – et à la fois pratiques – liés à sa réalisation.

Au total, pour la réalisation de ce modèle d'étude d'environ 1m², ce sont finalement 10 gournables simples, 6 m de tresse (soit 28,50 m de chanvre) et 20 chevilles à bord abattus pour le blocage des ligatures qui ont été utilisées pour l'assemblage de la membrure au bordé (fig. 134ac). À partir de ces chiffres et du plan des formes restitué du **bateau de Cavalière**, nous avons calculé que pour ce navire de 13 m de long, les constructeurs avaient dû utiliser environ 750 gournables simples, 450 m de tresse, soit au total, environ 2,137 km de cordelette, et 1500 chevilles de blocage pour assembler l'ensemble de la membrure au bordé.

Pour conclure sur la construction du **modèle d'étude de Cavalière**, l'expérimentation de la technique d'assemblage des points de ligatures internes pour l'assemblage de la membrure au bordé et la restitution du système d'assemblage mixte se sont révélées être tout à fait positives et riches d'enseignement. L'intérêt évident de ce système d'assemblage révélé par la construction du modèle explique ainsi que la ligature était encore utilisée pour l'assemblage de la membrure au bordé dans un contexte de construction navale méditerranéenne qui, globalement, n'a plus guère recours à ce type d'assemblage.

[1101] Le qualificatif « en baïonnette », pour caractériser ce départ de fracture, fait référence à la terminologie employée en ostéologie pour désigner des fractures osseuses présentant un ployage comparable.

D. Le modèle d'étude de Comacchio : construction et résultats

Le troisième modèle d'étude a été construit en 25 jours entre les mois d'octobre et de novembre 2003 par R. Roman et moi-même. Il porte sur une portion du navire romain de Comacchio daté du dernier quart du I^er^ s. av. J.-C. (cf. les sources archéologiques, p. 303) Ce navire, découvert dans la région du delta du Pô, fait partie de cet ensemble d'épaves et de fragments d'épaves découverts en Adriatique et présentant encore des assemblages par ligatures pour le montage des bordés à l'époque romaine, (cf. les **épaves de Ljubljana, d'Aquilée**, **de Nin**, **du Stella**, **de Padoue**, **du Lido de Venise** et **de Corte Cavanella 2**) et même au Moyen Âge (cf. les **épaves de Cervia** et **de Pomposa**), alors que dans le reste du bassin méditerranéen, ce type d'assemblage a disparu pour laisser la place à l'assemblage classique du tenon et mortaise[1102]. Au sein de ces épaves, **le navire de Comacchio** se distingue par un assemblage mixte de son bordé faisant intervenir, pour le fond de carène, l'assemblage par ligatures longitudinales, et également par un système d'assemblage mixte de sa membrure associant des points de ligatures externes à des gournables (cf. diagramme n°II.III +2.1). L'assemblage par ligatures de ses bordés est réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°D). Ce système et cette technique d'assemblage sont en réalité représentatifs de tous les fragments de bordés cousus découverts sur la côte nord-occidentale de l'Adriatique, essentiellement dans la région du delta du Pô (cf. les **épaves d'Aquilée**, **du Stella**, **de Padoue**, **du Lido de Venise**, **de Corte Cavanella 2**, **de Cervia** et **de Pomposa**). L'assemblage mixte de sa membrure au bordé associant des points de ligatures externes ne ressortant pas sur la face externe du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, en alternance avec des gournables simples (cf. diagramme n°b), est en revanche caractéristique du **navire de Comacchio** et ne se rencontre sur aucun autre bateau.

Le navire de Comacchio a donc été choisi pour la représentativité de sa technique d'assemblage par ligatures renvoyant à un système d'assemblage longitudinal pour le montage des bordés et pour la singularité de son système d'assemblage mixte pour la fixation de sa membrure au bordé. Il a également été retenu en raison de son excellent état de conservation. En revanche, les publications concernant cette épave sont pauvres et le plus souvent lacunaires[1103]. Et c'est donc grâce à M. Marco Bonino, qui m'a fait la faveur de me communiquer des documents de première main enregistrés lors de la fouille du

[1102] Cf. **Pomey 1997**.
[1103] Cf. **Bonino 1985** et essentiellement **Berti (dir.) 1990** qui correspond à la monographie de l'épave mais qui ne comprend que 14 pages sur l'étude architecturale du navire.

navire (coupes transversales et croquis), que nous avons pu entreprendre la construction du modèle d'étude de Comacchio.

1. L'axonométrie de référence

Le modèle d'étude réalisé porte sur la partie centrale de la coque et comprend une section de la virure centrale, que l'on assimilera – par commodité – à la "quille" bien que cette virure soit de même épaisseur que les autres, deux sections des deux premières virures disposées de part et d'autre de la "quille" ainsi que deux sections de membrure-varangues. L'axonométrie, qui a servi de plan de référence à la construction du modèle (fig. 135a), a été réalisée à partir des coupes transversales M18 et M19 relevées directement sur l'épave, au niveau central de la coque, par M. Bonino (fig. 135b).

2. Le bois employé

Pour réaliser le modèle d'étude de Comacchio, nous avons utilisé les mêmes essences que celles employées pour la construction originale du navire, à savoir de l'orme pour le bordé et du chêne pour les membrures. Pour les pièces d'assemblage, nous avons utilisé du hêtre pour la réalisation des petites chevilles utilisées dans les assemblages par ligatures du bordé ainsi que pour les gournables d'assemblage des membrures au bordé. Pour ce qui concerne les gournables, l'essence d'origine n'a pas été déterminée au moment de la fouille ; en revanche, les petites chevilles utilisées dans le navire étaient soit en frêne, soit en cornouiller ou soit en tilleul. C'est donc simplement pour des questions d'apprivoisement que nous avons utilisé du hêtre au lieu de l'une de ces trois essences.

3. Les outils utilisés

Concernant les outils employés pour la construction de la maquette, nous avons utilisé les outils traditionnels de charpenterie (scie égoïne, rabot, ciseau à bois, bédane, marteau et vilebrequin). Pour nous faciliter le travail, l'intérêt principal de la maquette étant les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures, nous avons par ailleurs eu recours à des outils électriques employés en charpenterie moderne (scie à ruban, scie circulaire, dégauchisseuse, rabot électrique, perceuse électrique *etc.*…) (fig. 135c, 135d et 135e).

4. Découpes des pièces

Toutes les pièces du modèle (virures et membrures) ont été découpées à la scie circulaire et/ou à la scie à ruban et ont été passées à la dégauchisseuse afin d'obtenir les

dimensions voulues. Les cans des virures ont en plus été rabotées manuellement afin que celles-ci plaquent le plus parfaitement possible les une contre les autres.

Les dimensions des pièces ainsi préparées, selon les dimensions relevées sur les vestiges archéologiques, sont les suivantes :

	Longueur	**largeur**	**épaisseur/hauteur**
"Q"	124 cm	29,4 cm	5 cm
Vbâb2	124 cm	17,4 cm	5 cm
Vbâb1	124 cm	30 cm	5 cm
Vtrib1	124 cm	28,7 cm	5 cm
Vtrib2	124 cm	17,4 cm	5 cm
M18	123 cm	11,8 cm	15,5 cm
M19	123 cm	11,9 cm	15,5 cm

Sur la face inférieure des membrures, les entailles, situées au niveau des joints de virures et destinées au passage des ligatures du bordé ainsi que les trous d'anguiller, situées au niveau de la "quille" ont ensuite été tracées et découpées à la scie à ruban.
Les dimensions de ces évidements sont les suivants :

	Longueur	**largeur**	**hauteur**
Trous d'anguiller	4,5 cm	11,8/11,9 cm	3,5 cm
Entailles pour le passage des ligatures du bordé	10 cm	11,8/11,9 cm	3 cm

Enfin, les chanfreins, situés dans la partie inférieure des membrures, ont été tracés (h : 5 cm × l : 2,5 cm) et réalisés au rabot électrique.

5. Montage et assemblage du bordé

5.1. Tracés et perçages des canaux

Dans un premier temps, tous les tracés destinés aux assemblages ont été effectués (fig. 135f). Chaque départ de canal, destiné au passage des ligatures, a ainsi été repéré sur la face interne du bordé, le long de chaque joint de virure. Les canaux sont distants du bord de chaque planche de 4 cm et sont espacés entre eux de 8 cm. Sur la face externe du bordé, au niveau de l'angle de chaque can, les évidements quadrangulaires (l : 1,5 cm × h : 1,5 cm) auxquels aboutissent les canaux obliques, ont également été tracés.

Avant de creuser les évidements quadrangulaires et de percer directement les canaux sur les virures de la maquette, un "bois-test" a d'abord été réalisé afin

d'expérimenter leur creusement et leur perçage sur un total de 16 cavités et autant de canaux à réaliser. Les évidements quadrangulaires, tracés sur le "bois-test", ont d'abord été creusés avec un bédane de 8 mm de section (fig. 135g et fig. 135h). L'orme est un bois très dur à travailler, mais l'utilisation du bédane permet d'obtenir un creusement régulier et net des évidements réalisés. C'est seulement après que les canaux ont été percés à l'aide du même "bâti réglable à angle de perçage modulable" utilisé pour la réalisation des canaux de passage de la ligature du modèle d'étude *Jules-Verne 9* (cf. *supra*). Le "bois-test", posé sur le "bâti réglable", pouvait ainsi être orienté de façon à ce que l'angle de perçage des canaux aboutissant aux évidements quadrangulaires soit vertical (fig. 135i). Le perçage a ensuite été effectué au moyen d'un vilebrequin muni d'une mèche de 12 mm positionné le plus verticalement possible, à l'œil, afin que la mèche aboutisse directement dans les évidements quadrangulaires (fig. 135j). La fonction de ces évidements quadrangulaires est donc, dans un premier temps, de permettre une certaine marge de sortie à la mèche qui effectue le perçage des canaux. Il est évident que les constructeurs romains n'ont pas dû avoir recours à un "bâti réglable" pour percer les canaux et qu'ils devaient simplement effectuer leur perçage à l'œil, mais manquant de cette expérience, cette solution nous a permis d'obtenir le même résultat.

Le test s'étant révélé concluant, l'ensemble des évidements quadrangulaires ainsi que des canaux obliques aboutissant à ces évidements a été réalisé de la même façon pour l'ensemble des virures du modèle d'étude, représentant un total de 120 évidements et autant de canaux (fig. 135k et fig. 135l).

5.2. Les rouleaux d'étanchéité

Les rouleaux d'étanchéité, destinés à être placés sur les joints de virures, ont ensuite été fabriqués. Si les rouleaux d'étanchéité du navire de Comacchio étaient composés d'un tissu de laine rempli de fibres de tilleul, nous n'avons pas pu nous procurer les même matériaux et c'est en tissu de lin rempli de paille que nous avons réalisé les quatre rouleaux du modèle (fig. 135m et fig. 135n). Nous avons fait en sorte de réaliser des rouleaux qui, une fois écrasés par la ligature, ne dépasserait pas un diamètre de 3 cm afin de pouvoir passer dans les entailles pratiquées à cet effet sur les faces inférieures des membrures.

5.3. Expérimentation de la technique d'assemblage par ligatures pour le montage des bordés au moyen d'un "bois-test"

Avant de réaliser directement l'assemblage des virures entre elles au moyen de ligatures, un "bois-test" a été à nouveau utilisé afin d'expérimenter diverses hypothèses

portant sur le mode de passage de la ligature. Plusieurs questions ont en effet du être résolues avant de passer directement à l'assemblage du bordé sur le modèle d'étude. La publication de l'épave présentant de nombreuses lacunes, et les croquis de M. Bonino ne portant pas sur ce point précis, nous ne disposions en effet que de deux photographies publiées pour nous aider[1104] (fig. 94c et 94j).

La première interrogation concernait le schéma dessiné par la ligature. Les photographies montrent clairement en effet, sur deux points d'assemblage, c'est-à-dire sur deux paires de canaux disposés en vis-à-vis sur deux virures adjacentes, la croix que forme les différents passages diagonaux de la ligature, encadré par deux traits verticaux (IXI). Mais y a-t-il en plus des passages longitudinaux (I‾X‾I), comme semblent le montrer les photographies, ou est-ce simplement l'emplacement du rouleau d'étanchéité qui donne cette impression ?

La deuxième question portait sur le mode de passage de la ligature : comment était-elle en effet passée, dans quel sens, dans quel ordre, et combien de fois afin d'obtenir ce schéma ? Les photos semblent montrer 2 passages de la ligature pour chaque diagonale (qui vont former le X), 3 passages pour les transversales (I) et 1 passage unique pour les longitudinales (–). Mais cette détermination à partir des photographies restait relativement incertaine. À ceci se rajoutait une autre difficulté concernant le passage de la ligature sur la face externe du bordé : si celle-ci croise sur la face interne, en revanche, elle ne peut que passer de manière transversale sur la face externe. Les évidements quadrangulaires creusés sur l'angle inférieur des cans des virures forment, en effet, lorsque les virures sont réunies, une gorge destinée à recueillir la ligature, passée nécessairement de manière transversale, de façon à la recueillir et à la protéger du milieu extérieur.

L'utilisation d'un "bois-test" avait donc pour but d'apporter des réponses à toutes ces questions.

Avec le test A, l'assemblage avec les éventuels passages longitudinaux de la ligature a d'abord été expérimenté. Le schéma retenu exige 3 aller-retours, soit 6 "transfilages", afin d'obtenir les 2 fois 2 diagonales, les 3 passages transversaux et les passages longitudinaux uniques qui encadrent chaque X (fig. 135o et fig. 135p). Ce test a par ailleurs été réalisé avec de la cordelette de chanvre de 3 mm de diamètre, ce qui ne nous a pas paru satisfaisant car le chanvre, avec les nombreux passages de la ligature dans chaque canal (entre 6 et 9) a tendance à s'effilocher et à faire des "pelotes", ce qui complique le passage de la corde et réduit par ailleurs sans aucun doute, avec la fragilisation de la ligature, l'efficacité de l'assemblage.

Le même test (test A') a donc été repris avec une cordelette d'alfa, correspondant à la fibre végétale originale utilisée pour l'assemblage du navire de Comacchio (cf. *Stipa*

[1104] **Berti (dir.) 1990**, p. 30, fig. 2 et 4.

tenacissima (L.) Stapf), d'un diamètre de 3,5 mm[1105]. L'extrémité de la cordelette, pour ce test, a été enfilée dans une sorte d'aiguille en plastique pour en faciliter le passage dans les canaux (fig. 135q). D'emblée, l'alfa s'est révélé être plus approprié pour ce type d'assemblage que le chanvre : la fibre d'alfa est en effet plus rigide que le chanvre et évite l'effilochage de la cordelette à chaque passage dans les canaux (fig. 135r). Les propriétés mécaniques de serrage de l'alfa se révèlent ainsi bien meilleures que celles du chanvre. Une autre observation porte sur le fait que malgré un nombre de passage de la ligature important dans les canaux, qui peut aller jusqu'à 9 (fig. 135o), le diamètre des canaux est suffisant et les évidements quadrangulaires recueillent entièrement la ligature, qui vient se loger au fond de ces gorges, et peuvent donc être bouchés ultérieurement avec de la poix afin de protéger la ligature (fig. 135s).

Le schéma des tests A et A', en plus d'être complexe à réaliser, se révèle être incorrect. En effet, si les passages transversaux servent à lier une planche à une autre et les passages diagonaux, formant les croix, permettent de passer d'un point d'assemblage transversal à un autre, les passages longitudinaux ainsi réalisés n'ont en revanche aucune utilité. Ils ne servent manifestement ni à la liaison des virures entre elles, ni à passer d'un point d'assemblage à un autre et encore moins à plaquer le rouleau d'étanchéité contre la face interne du bordé comme on aurait pu le penser au départ. Si ces passages longitudinaux n'ont aucune véritable utilité, en plus d'être compliqué à réaliser, il est donc certain que nos observations, effectuées sur les photographies publiées, étaient inexactes et que ces passages n'existaient pas sur le navire de Comacchio.

Un deuxième test, le test B, a alors été réalisé sans les passages longitudinaux et avec toujours 3 passages transversaux et 2 fois 2 passages diagonaux formant un « point de croix » (fig. 135t et fig. 135u). Pour obtenir ce schéma, deux aller-retours, soit au total 4 "transfilages" de la même cordelette en alfa sont nécessaires.
À l'issue de ce deuxième test, il semble cependant plus logique d'effectuer 4 passages transversaux plutôt que 3, obligeant de ce fait à "sauter" un passage transversal sur l'un des 4 "transfilages".

Aussi, un troisième test, le test C, a-t-il été réalisé avec 4 passages transversaux et 2 fois 2 passages diagonaux, formant un « point de croix », pour un total de 4 "transfilages" (fig. 135v et fig. 135w). Dans ce cas, le mode de passage de la ligature, effectuant toujours 2 aller-retours, soit 4 "transfilages", et le schéma obtenu semblent plus cohérent que le mode de passage et le schéma obtenu pour le test précédent. Étant donné que l'assemblage du bordé réside dans les passages transversaux, il semble en effet logique qu'à 4 "transfilages", déterminés par les 2 fois 2 passages diagonaux qui

[1105] La cordelette d'alfa ici employée a été importée directement de Murcie, en Espagne du Sud-Est. Elle nous a été fournie par le CVIa (*Centro Virtual Integral de Artesanía*).

permettent de passer d'un point d'assemblage à un autre, correspondent 4 passages transversaux. Par ailleurs, la réalisation du test C montre qu'au-delà de 3 passages transversaux, le nombre de passage de la cordelette est visuellement difficile à dénombrer. Ce qui explique sans doute l'erreur de lecture effectuée en examinant les photographies de l'épave (fig. 94c et fig. 94j).

Finalement, c'est donc bien le test C qui a été retenu pour assembler les virures de bordé du modèle d'étude.

5.4. L'assemblage du bordé

L'ensemble des virures du modèle d'étude a donc été assemblé selon le modèle déterminé par le test C, avec de la cordelette d'alfa de 3,5 mm de diamètre.

Pour effectuer les assemblages, un levier de tension a par ailleurs été utilisé (fig. 135x). Il s'agit d'un outil en bois rudimentaire, en forme de fourche, sur lequel la corde à tendre est enroulée ; il permet ainsi de démultiplier la force du bras pour tendre au maximum la corde et réaliser ainsi un assemblage solide. Si aucun levier de tension n'a jamais été retrouvé parmi les vestiges archéologiques, cet outil nous est en revanche parfaitement connu par l'ethnoarchéologie (cf. chap. précédent et fig. 128m et 132j) et c'est en s'inspirant de ces exemples que nous avons décidé de fabriquer un levier de tension pour l'expérimenter. L'utilisation de cet outil est simple. À chaque passage de la ligature, on enroule celle-ci sur le levier de tension en réalisant plusieurs tours (fig. 135y) et on appuie la base du tenseur sur la coque du navire, ici en l'occurrence, sur le modèle d'étude. Le levier est ensuite tendu vers soi pour raidir la corde au maximum. Une petite cheville de blocage (de 8 mm de diamètre) est alors insérée dans le canal afin de maintenir la corde en tension avant de passer au point d'assemblage suivant. L'utilisation de petites chevilles de blocage participant directement au processus de réalisation de l'assemblage apparaît logique pour venir bloquer la corde ainsi mise en tension et nous est aussi révélée par l'ethnoarchéologie (cf. chap. précédent). Une fois l'assemblage achevé, les petites chevilles de blocage (de 4,5 cm de hauteur) sont laissées en place dans les canaux afin de bloquer la ligature dans son passage mais également pour assurer en partie l'étanchéité du système en obturant les canaux qui ressortent sur la face externe du bordé (fig. 135z).

Pour montrer le nombre de "transfilages" et la réalisation de ce système d'assemblage, le joint de virure du modèle situé le plus à bâbord (Vbâb2-Vbâb1) ne présente qu'1 "transfilage" avec 1 seul passage transversal et 1 seul passage diagonal (fig. 135aa) ; le deuxième joint (Vbâb1-"Q") présente 2 "transfilages" avec 2 passages transversaux et 2 passages diagonaux formant un « point de croix » (fig. 135ab) ; le

troisième joint ("Q"-Vtrib1) présente 3 "transfilages" avec 3 passages transversaux et 3 passages diagonaux (fig. 135ac) et le quatrième joint (Vtrib1-Vtrib2) présente finalement les 4 "transfilages" avec 4 passages transversaux et 4 passages diagonaux formant une croix constituée de 2 fois 2 passages de ligature (fig. 135d).

Au cours de ces assemblages, nous avons pu observer qu'avec seulement un passage et même deux passages transversaux, les deux virures assemblées présentent beaucoup de jeu. Avec trois passages, les deux virures jouent encore un peu, et avec les quatre passages, les virures ne présentent plus aucun jeu et sont solidement assemblées entre elles.

Une fois l'assemblage des virures réalisé, les évidements quadrangulaires recueillant la ligature sur la face externe du bordé étaient normalement comblés avec de la poix afin de protéger la ligature du milieu humide et éviter ainsi qu'elle ne pourrisse.

6. Assemblage de la membrure

6.1. Positionnement des membrures sur le bordé

Avant de passer à l'assemblage des membrures au bordé, celles-ci ont d'abord été positionnées sur la section de bordé montée. Elles ont été placées à 35 cm du bord extérieur du modèle avec un écartement entre elles de 40 cm correspondant à la maille de la membrure enregistrée sur l'épave au moment de la fouille.

6.2. L'assemblage de la membrure au bordé par les gournables

La fixation de la membrure au bordé est ensuite assurée par un système d'assemblage mixte au moyen de points de ligatures externes associés à des gournables.

Dans un premier temps, ce sont les gournables qui ont été insérées afin de maintenir la membrure en place pour son assemblage ultérieur au moyen de ligatures. Les gournables ont été enfoncées à partir de l'extérieur du bordé et sont implantées toutes les deux virures, à l'exception de la virure centrale qui ne reçoit aucune gournable (fig. 135b). Sur le modèle d'étude, les emplacements de quatre gournables ont donc été repérés, à raison de deux gournables par membrure et selon une disposition en quinconce, en sautant le point d'assemblage correspondant à la virure centrale. Les canaux, destinés à l'insertion des gournables, ont ensuite été percés à mi-bois dans la hauteur des membrures et l'épaisseur des virures correspondantes à l'aide d'une tarière munie d'une mèche de 2,2

cm. Les gournables ont ensuite été enfoncées à l'aide d'un maillet, à partir de l'extérieur du bordé (fig. 135ae).

6.3. Expérimentation sur un "bois-test" du perçage des canaux dans l'épaisseur du bordé et du passage de la ligature pour la réalisation des points d'assemblage par ligatures externes

Concernant maintenant l'assemblage propre de la membrure au moyen de ligatures, celui-ci est réalisé selon la technique d'assemblage par des points de ligatures externes, ne ressortant pas sur la face externe du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes (fig. 94g). La ligature correspond ici à une tresse végétale en alfa dont le diamètre est à déterminer par l'expérimentation. Les canaux de passage des ligatures, percés dans l'épaisseur du bordé, ont un diamètre de 1,5 cm et sont percés par paire, selon un angle d'inclinaison de 45°. Ils ne ressortent donc pas sur l'extérieur du bordé et se rejoignent à mi-hauteur dans l'épaisseur du bordé, formant en coupe un V à angle droit. Le problème que posait ce type d'aménagement pour le passage de la ligature était double. Il concernait, d'une part, le perçage lui-même des canaux selon un angle prédéterminé et intéressait, d'autre part, le passage de la ligature selon un angle droit constitué par le fond des canaux réunis en forme de V, sans possibilité d'utiliser une aiguille courbe puisque les canaux ne ressortent pas sur la face externe du bordé.

Un nouveau "bois-test" a donc été réalisé pour expérimenter ce type d'aménagement et tester sa validité.

Sur ce "bois-test", les paires de canaux ont été tracées avec un écart, entre les extrémités internes des canaux, de 5 cm. Afin d'obtenir un angle de perçage de 45° relativement correct, nous avons utilisé un simple gabarit en contreplaqué placé derrière le vilebrequin (muni d'une mèche de 1,5 cm) que nous orientions alors simplement à l'œil (fig. 135af et fig. 135ag). Les deux canaux ainsi percés se rejoignent alors effectivement à mi-hauteur dans l'épaisseur du bordé (fig. 135ah). Le passage de la ligature dans les canaux a ensuite été expérimenté à l'aide d'une tresse végétale composée de trois brins en alfa de 3,5 mm de diamètre chacun. Un premier passage dans le V ainsi réalisé est facile à exécuter tandis que pour le deuxième, il faut aider la tresse à passer l'angle droit simplement à l'aide d'un morceau de bois qui permet de pousser la ligature. Le test montre donc que la réalisation de ce type d'aménagement s'effectue aisément et que la tresse d'assemblage peut également passer sans trop de difficulté dans les canaux ainsi percés (fig. 135ai).

6.4. Tracés et perçage sur le modèle d'étude des canaux pour le passage de la ligature

Les paires de canaux à percer ont été tracées sur la face interne du bordé du modèle d'étude selon les dimensions réalisées pour le "bois-test". Elles sont localisées à environ 5 mm du pied de la membrure – à l'applomb des chanfreins pratiqués sur cette partie des membrures – et à 1,5 cm du rouleau d'étanchéité (fig. 135aj). Le schéma d'ensemble dessiné par l'implantation de ces paires de canaux est très particulier. Il a en effet été observé sur l'épave que chaque point d'assemblage de la membrure au bordé prenait position sur deux virures adjacentes (fig. 135ak), ce qui signifie qu'en plus d'assembler la membrure au bordé, les points d'assemblage ainsi disposés renforcent également la liaison des virures entre elles. Par ailleurs, l'orientation des points d'assemblage est différente de part et d'autre de la "quille" (fig. 94g). Du côté tribord, les points d'assemblage sont en effet parallèles et tous orientés vers la droite tandis que du côté bâbord, les points d'assemblage, également parallèles, sont orientés vers la gauche. Au final, tous ces points convergent donc vers la "quille" en formant un dessin général en épi.

Une fois l'implantation des canaux repérés sur la face interne du bordé, ceux-ci ont ensuite été percés de la même façon que pour le "bois-test" à l'aide d'un gabarit et d'un vilebrequin muni d'une mèche de 1,5 cm (fig. 135al). Nous avons remarqué qu'au fur et à mesure des perçages, l'habitude était prise et le gabarit n'était plus utile pour orienter le vilebrequin. C'est très certainement de cette manière que les constructeurs romains devaient procéder pour percer les canaux selon le bon angle, à l'œil, et avec de l'expérience.

6.5. L'assemblage de la membrure au bordé par les points de ligatures externes

Une fois l'ensemble des canaux percés, un premier essai d'assemblage de la membrure au bordé a d'abord été réalisé à l'aide d'une tresse de 4 m de long composée de trois brins en alfa de 3,5 mm de diamètre chacun. Les photographies de détail de l'épave publiées montrent, pour chaque point d'assemblage, 2 passages de tresse dans chaque canal : soit 4 passages de tresse sur chaque face latérale de la membrure qui se divisent ensuite en deux pour aboutir, dans les paires de canaux disposées de chaque côté de la membrure, à 2 fois 2 tresses (fig. 94o et fig. 94p). Sur le dos de la membrure, les photographies montrent 5 passages de tresse. Ce cinquième passage, que l'on ne retrouve pas sur les faces latérales des membrures, correspond à une extrémité de la tresse qui vient s'enrouler, au niveau des angles supérieurs des membrures, derrière les 4 autres passages de la tresse pour les bloquer. Le premier essai d'assemblage de la membrure au bordé sur

le modèle d'étude devait ainsi consister à comprendre la réalisation de ce point d'assemblage et déterminer précisément comment était passée la tresse et comment elle était bloquée.

Le mode de passage restitué à partir des photographies et des dessins publiés de l'épave est somme toute assez simple (fig. 135am) :

- en 1er, une des extrémités de la tresse est laissée libre, avec environ 20 cm de longueur, d'un côté de la membrure ;
- en 2ème, la tresse est passée dans une paire de canaux (points 1 et 2), en partant du canal le plus éloigné du joint de virure ;
- en 3ème, la tresse est passée transversalement sur le dos de la membrure pour repasser dans la paire de canaux opposée, en rentrant d'abord dans le canal le plus éloigné du joint de virure (points 3 et 4) ;
- en 4ème la tresse repasse sur le dos de la membrure et repasse dans la première paire de canaux (points 5 et 6) ;
- en 5ème, la tresse repasse encore une fois, sur le dos de la membrure ;
- pour revenir une dernière fois, en 6ème, dans la paire de canaux opposée (points 7 et 8) ;
- en 7ème, les deux extrémités de la tresse (celle laissée libre au départ et celle de la fin de la tresse) viennent bloquer les 4 passages de tresse, au niveau des angles supérieurs de la membrure, en effectuant des tours-morts. Chaque extrémité passe ainsi une première fois sous les autres passages de tresse et un premier serrage est effectué (fig. 135an), chaque extrémité repasse ensuite sous les deux premiers passages de tresse et un autre demi tour-mort est à nouveau réalisé (fig. 135ao) et enfin, les extrémités effectuent un dernier demi-tour en repassant sous les 4 passages de tresse et un serrage final est exécuté avant de couper les excédents de tresse qui dépassent (fig. 135ap).

Ce schéma d'assemblage restitué est ainsi très proche des photographies et des dessins publiés (cf. fig. 135aq et fig. 135ar à mettre en parallèle avec les figures 94o et 94p).

Tous les autres points d'assemblage des deux membrures, huit au total, ont été réalisés de la même façon (fig. 135as et fig. 135at).

Il faut souligner le fait, pour finir, qu'aucune petite cheville n'est nécessaire dans ces points d'assemblage par ligatures. D'une part, en raison de la tresse elle-même qui n'assemble pas deux éléments plans et est tirée vers le haut : elle n'a donc pas besoin d'être bloquée. D'autre part, dans la mesure où les canaux de passage des ligatures ne ressortent pas sur la face externe du bordé, les petites chevilles, qui ont aussi pour but de renforcer l'étanchéité du système en obturant les passages, n'ont aucune raison d'être.

7. Observations et résultats de l'expérimentation

La construction du **modèle d'étude de Comacchio** (fig. 135u et 135av) aura permis, d'une part, de bien appréhender les techniques mises en œuvre pour réaliser les assemblages par ligatures du bordé et de la membrure et, d'autre part, d'analyser les systèmes d'assemblage par ligatures employés sur ce navire et plus particulièrement celui, plus original, employé pour fixer la membrure au bordé.

Concernant la technique d'assemblage par ligatures mises en œuvre pour le montage des bordés du fond de carène du navire, l'absence d'élément de pré-assemblage, tels que des chevilles ou des tenons, bien que non indispensables comme nous avons pu l'expérimenter, fait néanmoins défaut pour faciliter tout d'abord, par le maintien en place des planches entre elles, les tracés en correspondance, d'une virure à l'autre, des évidements quadrangulaires à creuser et des canaux à percer puis, et surtout, pour maintenir également en place les virures pour leur assemblage effectif au moyen des ligatures. L'expérimentation, ensuite, a montré que les canaux obliques étaient percés à partir du bord de la face interne des virures, proche du joint de virure, en direction des évidements quadrangulaires percés sur l'angle inférieur des cans des virures. Ces évidements ont donc pour fonction première de permettre une certaine marge de sortie à la mèche qui effectue le perçage des canaux, selon une orientation de l'outil estimée à l'œil. Concernant le passage de la ligature même, les tests ont montré que la ligature, constituée d'une cordelette en alfa de 3,5 mm de diamètre, effectuait 4 "transfilages" avec 4 passages transversaux au travers des paires de canaux disposées en vis-à-vis sur les bords des virures et 2 fois 2 fois passages diagonaux formant un « point de croix », les assemblages transversaux assurant la liaison effective des virures entre elles tandis que les passages diagonaux ne servant à passer que d'une paire de canaux à une autre. La construction du modèle a en outre permis d'expérimenter l'emploi d'un levier de tension pour tendre au maximum la ligature à chacun de ses passages, en relation avec des petites chevilles de blocage insérées dans les canaux après chaque tension de la ligature afin que celle-ci conserve cette tension. Quant aux rouleaux d'étanchéité, disposés sur les joints de virure avant le passage de la ligature, s'ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité du système, ils permettent également un meilleur serrage des liens tout en réduisant les risques de cisaillement de la ligature en modifiant son angle de sortie contre le bord des canaux. Les évidements quadrangulaires, réunis par l'assemblage des virures, forment par ailleurs des gorges destinées à recueillir la ligature lors de son passage sur la face externe du bordé et la protéger ainsi du milieu extérieur. C'est là la fonction essentielle de ces gorges qui étaient ensuite obturées avec une couche de poix afin de protéger la ligature du pourrissement lié au contact direct avec l'eau. Enfin, les petites chevilles, laissées en place dans les canaux après que l'assemblage ait été entièrement réalisé, permettent de bloquer

la ligature dans son passage et de conserver sa mise en tension, tout en participant à l'étanchéité du système dans la mesure où les canaux ressortent sur la face externe du bordé. Au vu de ces résultats, on peut donc conclure que la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage est une technique d'assemblage qui, bien que facile à réaliser, n'en n'est pas moins précise et soignée. En revanche, en l'absence notamment d'élément de pré-assemblage, on ne peut qualifier cette technique comme étant extrêmement élaborée.

Finalement, ce système d'assemblage par ligatures longitudinales réalisé selon cette technique se révèle être solide avec seulement 4 "transfilages" effectués. Par ailleurs, l'absence d'élément de pré-assemblage, jouant par la suite un rôle dans le système d'assemblage une fois le montage réalisé, est compensé ici par la réalisation des points de ligatures pour l'assemblage de la membrure au bordé, prenant toujours appui sur deux virures adjacentes à la fois. Offrant moins de garanties que des chevilles ou des tenons insérés dans les cans des bordages lors de leurs montages, ces points d'assemblage permettent néanmoins de prévenir les risques de cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles. Il est certain, en effet, même si seule la construction d'une réplique navigante du **navire de Comacchio** pourrait le confirmer, que le système d'assemblage par ligatures du bordé pour la construction du fond de carène du navire présentait une certaine souplesse liée à l'élasticité des ligatures.

Pour finir avec ce système, il a été enregistré, avec la construction du modèle, que 25,90 m de cordelette étaient nécessaires pour réaliser un assemblage sur 15 points consécutifs, soit sur une longueur de 1,24 m. Malheureusement, en l'absence d'un plan des formes restitué de manière rigoureuse pour le navire de Comacchio, il est impossible de faire ici des extrapolations, comme pour les navires *Jules-Verne 9* et *Cavalière*, et de tenter d'estimer le métrage de cordelette employé pour l'assemblage de l'ensemble du bordé.

Concernant maintenant la technique d'assemblage de la membrure au bordé, la réalisation des points de ligatures externes, ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, a montré la facilité inattendue de mise en œuvre de cet assemblage pour lequel les tresses végétales employées passent transversalement sur le dos de la membrure à assembler ainsi qu'au travers de paires de canaux en forme de V creusées dans l'épaisseur du bordé. L'absence de chevilles de blocage est également facilement expliquée par l'absence de besoin de bloquer des ligatures qui sont tirées vers le haut en même temps que par l'inutilité de venir obstruer des canaux qui ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé pour en assurer l'étanchéité. Enfin la disposition des points de ligatures au niveau des joints de virure montre bien le renforcement de la liaison des virures entre elles qu'occasionne la réalisation de cet assemblage.

En définitive, le système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures externes réalisés selon cette technique et des gournables selon une disposition d'ensemble très élaborée pour la fixation de la membrure au bordé, s'explique par les avantages que présentent ces deux types d'assemblage. L'assemblage des membrures par des points de ligatures externes disposés au niveau de chaque joint de virure permet en effet de lier solidement la membrure au bordé en même temps qu'il renforce la liaison des virures entre elles. Cependant, malgré un chanfrein pratiqué de chaque côté des pieds des membrures qui permet un meilleur serrage des liens, la forme rectangulaire des parties hautes des membrures constitue un point faible pour les ligatures en leur présentant des angles à arêtes vives. Si ces angles saillants permettent de renforcer le serrage des tresses et d'éviter que celles-ci ne glissent, ils offrent surtout, en effet, des points de rupture privilégiés pour les ligatures risquant de se cisailler. Les gournables, associées aux points de ligatures permettent ainsi de compenser cette faiblesse en garantissant l'assemblage des membrures au bordé en cas de rupture des ligatures. Elles préviennent également les glissements latéraux de la membrure contre le bordé. Ce système d'assemblage mixte, par des points de ligatures externes associés à des gournables, permet ainsi un assemblage sûr et solide de la membrure au bordé tout en renforçant l'assemblage des virures entre elles.

Pour terminer avec ce système d'assemblage, il a été mesuré que pour réaliser un seul point de ligature, 2,16 m de tresses étaient utilisés. De même que pour le bordé, en l'absence d'un plan des formes restitué pour le navire de Comacchio, aucune extrapolation n'a pu être effectuée pour tenter d'estimer la longueur de tresse employée pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure du navire.

Concernant les gestes et les outils utilisés, **le modèle d'étude de Comacchio** aura également permis d'expérimenter l'utilisation et le maniement du levier de tension, en relation avec des petites chevilles de blocage, et d'en saisir toute son utilité. L'expérimentation aura également confirmé les observations effectuées en ethno-archéologie montrant la présence nécessaire de deux personnes pour la réalisation des assemblages par ligatures (cf. chap. précédent) : l'une se tenant à l'intérieur de la coque et l'autre à l'extérieur pour l'assemblage des bordés et l'une et l'autre se tenant d'un côté et de l'autre de la pièce de membrure pour son assemblage.

Pour conclure sur la construction du **modèle d'étude de Comacchio** qui aura totalisé 69h00 de travail, l'expérimentation des techniques d'assemblage par ligatures et la restitution des systèmes d'assemblage par ligatures employés pour la construction d'une section du fond de carène et la fixation de la membrure au bordé se sont révélées être très positives et instructives.

La technique d'assemblage expérimentée pour le montage du bordé et produisant un système d'assemblage par ligatures longitudinales est par ailleurs celle mise en œuvre

également dans les embarcations présentant des assemblages par ligatures découvertes dans la zone nord-occidentale de l'Adriatique, et plus particulièrement dans la région du delta du Pô (cf. **les épaves d'Aquilée**, **du Stella**, **de Padoue**, **du Lido de Venise**, **de Corte Cavanella 2**, **de Cervia** et **de Pomposa**). En revanche, le système d'assemblage mixte de la membrure au bordé, par des points de ligatures externes renforçant également la liaison des virures entre elles et des gournables, est tout à fait original puisqu'on ne lui connaît aucun équivalent, ni parmi les vestiges archéologiques d'épaves présentant des assemblages par ligatures, ni parmi les exemples ethnographiques que nous connaissons. La combinaison de ces différents systèmes – système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le fond de carène, par tenons et mortaises pour les parties hautes et système d'assemblage mixte pour la fixation de la membrure au bordé – pour la construction du **navire de Comacchio** est donc unique et singulière et contribue de surcroît à la cohésion de l'ensemble du système architectural.

E. Le modèle d'étude de Nin : construction et résultats

Le modèle d'étude de Nin, construit en 20 jours entre les mois de janvier et de février 2004 par R. Roman et moi-même, porte sur une portion des petits **navires de Nin**, tous deux identiques et datés de la fin de la première moitié du I^{er} s. apr. J.-C. (cf. les sources archéologiques, p. 350). Ces petits navires de mer, découverts en Croatie, sur la côte dalmate, font partie de cet ensemble de bateaux de l'Adriatique présentant encore des assemblages par ligatures pour le montage du bordé à l'époque romaine, alors que dans le reste du bassin méditerranéen, le recours à cet assemblage pour la liaison des virures a disparu depuis la fin du IV^{e} s. av. J.-C.[1106]. **Les navires de Nin** se caractérisent en effet par un bordé cousu associé à une membrure qui lui est fixée au moyen de gournables (cf. diagramme n°I + 3). Le système d'assemblage par ligatures employé sur les navires de Nin est celui classique méditerranéen du système d'assemblage par ligatures longitudinales (cf. diagramme n°I.II). Ce système est néanmoins réalisé par la mise en œuvre d'une technique d'assemblage rarement employée dans la construction navale antique méditerranéenne, à savoir des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans élément de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°I.II.E)[1107].

Les navires de Nin ont donc été choisis pour faire l'objet d'une expérimentation en raison de la singularité de la technique d'assemblage mise en œuvre pour le montage de leurs bordés. Néanmoins, bien qu'ils présentent tous deux une portion de coque conservée importante, l'étude architecturale réalisée pour ces navires est très sommaire et nous ne disposions, pour la réalisation de l'axonométrie de référence et pour l'étude approfondie du système d'assemblage réalisé selon cette technique, que d'un seul article publié, mais cependant illustré de schémas et de photographies sur lesquels nous avons pu nous appuyer, mais aussi nous interroger[1108].

La construction du modèle d'étude, réalisée sur une section de moins d'un mètre, avait donc pour objectif d'expérimenter la technique d'assemblage au moyen de ligatures mise en œuvre pour le montage des bordés et, en restituant le système d'assemblage original, en comprendre son fonctionnement.

[1106] Cf. **Pomey 1997**.
[1107] On retrouve cette technique d'assemblage également mise en œuvre dans le **chaland de Ljubljana** (Slovénie, 2nde moitié du II^{e} s. av. J.-C.) mais selon une disposition décalée des canaux sur les bords des virures produisant ainsi un passage de la ligature, et donc un schéma, différent de celui réalisé pour les **navires de Nin** (cf. sources archéologiques, p. 255).
[1108] Cf. **Brusić et Domjan 1985**.

1. L'axonométrie de référence

Le modèle d'étude réalisé porte sur la partie centrale des coques des épaves de Nin et comprend une section de quille, une section des trois premières virures, et une section de membrure, correspondant à un couple. L'axonométrie, qui a servi de plan de référence à la fabrication de la maquette, a été réalisée avec l'aide de R. Roman à partir de la coupe transversale C réalisée directement sur le centre de la coque de l'épave 1 de Nin (fig. 102g) et remise en forme (fig. 136a).

2. Le bois employé

Les pièces du modèle d'étude ont toutes été réalisées en pin sylvestre. En réalité, aucune identification des essences employées pour la construction des navires de Nin n'a été effectuée et c'est donc pour des raisons purement pratiques et économiques que nous avons décidé d'utiliser cette essence résineuse. Les petites chevilles de blocage des ligatures, comme pour les autres modèles d'étude, ont été réalisées à partir de tourillons en hêtre.

3. Les outils utilisés

Les outils traditionnels de charpenterie (rabot manuel, râpes, ciseaux à bois, gouges et vilebrequin) ont ici été employés pour la finition des pièces et également pour le creusement des gorges destinées à recueillir la ligature et le perçage des canaux destinés à l'insertion des gournables de la membrure. Mais, de la même façon que pour les autres modèles d'étude, l'outillage électrique a aussi été utilisé dans le but de nous faciliter le travail, notamment pour les découpes des pièces où la scie à ruban, la dégauchisseuse et le rabot électrique ont été employés, mais aussi pour la réalisation des canaux destinés au passage de la ligature pour lesquels nous avons eu recours à la perceuse électrique.

4. Tracés et découpes des pièces

La section de quille du modèle, quadrangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure, a été tracée à l'aide d'un gabarit en papier à l'échelle 1 obtenue à partir de la section transversale C de l'épave 1 de Nin, agrandie à l'échelle 1 (fig. 136b). Les tracés des virures, toutes trois de section quadrangulaire, ont été réalisés à l'équerre. Et enfin, le tracé de la membrure a été réalisé avec, pour le profil de la face inférieure, un gabarit en carton obtenu à partir du "tabletage" de la courbe de la face

interne du bordé une fois celui-ci monté[1109] et, pour le profil de la face supérieure, à partir d'un gabarit en papier obtenu par l'agrandissement de la coupe transversale C à l'échelle 1.

Les découpes globales des pièces ont été réalisées à la scie à ruban. Les virures ont ensuite été passées à la dégauchisseuse (fig. 136c) et finies au rabot manuel, la section arrondie de la quille dans sa partie inférieure a été réalisée au rabot électrique et finie également au rabot manuel. Enfin, la demie-varangue a été découpée à la scie à ruban (fig. 136d) puis terminée au rabot manuel ; la râpe a été employée pour les finitions des évidements de forme rhomboïdale situés sur sa face inférieure.

Les dimensions des pièces ainsi obtenues, semblables à celles des vestiges archéologiques, sont les suivantes :

	Section	**Longueur**	**largeur**	**épaisseur/ hauteur**
Q	Quadrangulaire dans sa partie sup. et arrondie dans sa partie inf.	56 cm	9 cm	12 cm
galbord	Rectangulaire	56 cm	16 cm	2,5 cm
ribord	Rectangulaire	56 cm	12,5 cm	2,5 cm
3ème virure	Rectangulaire	56 cm	16,5 cm	2,5 cm
demie-varangue	Rectangulaire	54 cm	7 cm	9,6 cm

5. Montage et assemblage du bordé

5.1. Expérimentation du perçage des canaux et du creusement des gorges au moyen d'un "bois-test"

Avant de passer directement à l'aménagement des pièces du modèle pour l'assemblage au moyen de ligatures, le perçage des canaux et le creusement des gorges ont d'abord été expérimentés au moyen d'un "bois-test" de même épaisseur que les virures du modèle à monter.

Les canaux à percer ont été tracés sur la face interne du "bois-test", à une distance de 1 cm des bords et selon un écartement entre eux de 2,5 cm, représentant ainsi une densité du réseau des points d'assemblage importante (fig. 136e). S'agissant de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur de la planche, ils ont ensuite été percés directement à la perceuse verticale munie d'un bras et d'une mèche de 4 mm de diamètre,

[1109] Cf. *supra*, note n°1085.

correspondant au diamètre des canaux relevés directement sur les vestiges archéologiques (fig. 136f).

Concernant les gorges, aucune mention n'est faite les concernant dans l'article publié par Z. Brusić et M. Domjan[1110]. Cependant, si l'on observe attentivement les photographies publiées, on remarque une petite rainure creusée sur la face externe des bordages, entre le canal destiné au passage de la ligature et le bord des planches (fig. 102g). Il est logique de trouver cette rainure creusée à cet endroit, et l'ethnographie nous fournit d'ailleurs des exemples comparables (cf. fig. 125b, 125e, 126b et 128k). Celle-ci est en effet destinée à recueillir la ligature afin de la protéger de tout frottement ainsi que de la préserver du contact direct avec l'eau, la rainure – que l'on préférera appeler « gorge » – devant être obturée, une fois la ligature en place, par une couche de poix. Aucune dimension n'est donc donnée dans la publication sur ces gorges qui n'ont pas été repérées et il est difficile d'en prendre des mesures sur la photographie publiée. Néanmoins, il est évident que ces gorges présentent une largeur correspondant au diamètre des canaux qu'elles relient, soit 4 mm, et une profondeur suffisante pour recueillir la ligature bien au fond tout en disposant encore d'un espace suffisant pour pouvoir être obturées avec de la poix. Cette dernière mesure devra ainsi être déterminée en fonction du diamètre de la ligature employée. Dans un premier temps, les gorges ont été creusées sur une largeur de 4 mm et une profondeur de 5 mm au moyen d'un très petit ciseau à bois, de 3 mm de section, utilisé pour trancher les côtés de la gorge, et d'une petite gouge, également de 3 mm de section, utilisée pour creuser effectivement la gorge (fig. 136g).

5.2. Expérimentation du type de ligature et du rouleau d'étanchéité employés pour réaliser l'assemblage

La publication des épaves de Nin indique simplement que le type de ligature employé pour les assemblages correspond à une ligature végétale constituée de trois liens, probablement « en lin ou en écorce jaune de saule », tressés ensemble[1111]. Concernant le végétal à employer, nous avons directement choisi d'utiliser du lin pour des questions évidentes d'approvisionnement. Restait ensuite à déterminer le diamètre des brins employés pour réaliser cette tresse. Le très petit diamètre des canaux de passage, de 4 mm, nous fournissait une indication quant à la largeur de tresse qu'il fallait obtenir, à savoir une tresse d'une largeur inférieure à 4 mm, permettant en outre, une fois celle-ci passée au travers des canaux, l'insertion d'une cheville de blocage de quelques millimètres de diamètre. Deux tests ont donc été réalisés avec des brins en lin d'un diamètre différent.

Le premier test a été réalisé avec une tresse constituée de trois brins de 1 mm de diamètre permettant d'obtenir une tresse à plat de 3 mm de largeur. Cette tresse passe bien

[1110] **Brusić et Domjan 1985**.
[1111] **Brusić et Domjan 1985**, p. 77.

dans les canaux, mais il est ensuite difficile d'y insérer une petite cheville de blocage (fig. 136h).

Le second test a été réalisé avec une tresse constituée de trois brins de 0,8 mm de diamètre permettant d'obtenir une tresse à plat très fine de 2,5 mm de largeur. Cette tresse passe bien dans les canaux et permet ensuite l'insertion d'une cheville de 3 mm de diamètre (fig. 136i). De plus, la tresse vient se loger parfaitement dans le fond des gorges creusées sur la face externe des planches sur une profondeur de 5 mm, permettant ainsi leur obturation ultérieure au moyen d'une couche de poix (fig. 136j).

C'est donc bien évidemment le second test qui a été retenu pour l'assemblage de la quille et des planches de bordé du modèle.

Avant de passer directement à l'assemblage de la quille et du bordé, le type de rouleau d'étanchéité à employer a également été expérimenté sur le "bois-test". Il s'agit, selon Z. Brusić et M. Domjan, d'une « plante grimpante » ou « liane » (*"climbing plant"* ou *"bulky"*) trempée dans de la poix[1112]. L'identification précise de cette plante n'ayant pas été précisée dans l'article, je me suis adressée à M. Michel Girard, palynologue au CEPAM (CNRS-Université de Sophia antipolis, Nice) pour lui demander conseil, sachant que cette plante devait vraisemblablement présenter des qualités d'imputrescibilité afin de pouvoir être utilisée en milieu humide, et qu'elle devait également pouvoir se trouver, durant l'Antiquité, sur la côte dalmate, lieu de construction probable des navires de Nin. À ces deux indications, M. Girard a rajouté le fait que si cette plante, ou liane, était trempée dans de la poix, celle-ci devait également présenter des qualités d'absorption pour stocker le produit d'étanchéité, et qu'il devait donc s'agir d'une espèce fibreuse et poreuse. Au vu de ces indices alliant qualités de la plante et localisation géographique, il nous a finalement proposé d'expérimenter la clématite, et plus précisément la clématite vigne-vierge. La clématite vigne-vierge (*Clematis vitalba*) est en effet une plante ligneuse grimpante, ou liane, de la famille des Renonculacées, fibreuse et assez souple, présentant les qualités d'absorption requises et, qui plus est, pouvant atteindre des diamètres allant jusqu'à 6 ou 7 cm (fig. 136k). C'est aussi une espèce européenne et méditerranéenne, très certainement autochtone depuis le Tertiaire[1113].

La clématite utilisée pour le système d'assemblage du modèle d'étude de Nin a été récoltée par mes soins en Seine et Marne (77), dans la forêt de Féricy, à 60 km au sud-est de Paris (fig. 136l), en prenant garde de sélectionner des lianes d'un diamètre égale ou inférieure à 2 cm correspondant à l'écartement entre les canaux disposés en vis-à-vis d'un bord à l'autre des virures adjacentes. Avant d'être utilisées, les lianes de clématites ont d'abord été écorcées afin d'enlever le bois mort recouvrant la tige de la plante et c'est donc cette tige qui a été utilisée. La tige a par ailleurs été utilisée verte, c'est-à-dire non

[1112] **Brusić et Domjan 1985**, p. 77.
[1113] Cf. **Blamey, Grey-Wilson 2000**, p. 51.

séchée, de manière à conserver à la fois ses qualités d'absorption, afin qu'elle puisse s'imprégner complètement de la poix dans laquelle elle était censée être trempée, et à la fois ses qualités de souplesse afin de pouvoir se positionner parfaitement sur les joints de virures et venir être serrée fortement par le passage de la ligature.

Au cours d'une première expérimentation, la clématite a été disposée telle quelle sur le joint des planches à assembler et a été ensuite serrée par le passage des ligatures (fig. 136m). Le résultat de l'expérimentation ne s'est cependant pas révélé très probant dans la mesure où la tige de clématite, ainsi disposée, n'était pas complètement bloquée par le passage des ligatures en raison notamment du plan de contact très réduit qu'elle offrait avec le joint des planches réunies (fig. 136n). Ce résultat négatif était par conséquent à mettre en relation avec la section ronde de la tige employée.

Sur le modèle des bateaux cousus égyptiens employant des lattes en bois de section semi-circulaire pour assurer l'étanchéité des joints de virure (cf. le bateau n°10 de la fosse d'Abydos et le navire de Chéops), de même que sur les *ghe-nôc* vietnamiens employant des lattes en bambous fendus (cf. chap. précédent), nous avons donc décidé de couper un pan de la tige sur toute sa longueur afin qu'elle puisse présenter une section également semi-circulaire avec, par conséquent, un côté plat. C'est ce côté rectiligne qui a été disposé, au cours de la seconde expérimentation, sur le joint des planches à assembler. Une fois la ligature en place, la tige de clématite s'est retrouvée serrée mais également bloquée contre le joint des planches auquel elle adhérait parfaitement, le plan de contact étant alors plus important que précédemment (fig. 136o).

Le second test effectué avec la clématite est donc celui qui a été retenu pour réaliser les assemblages du bordé du modèle d'étude (fig. 136p).

5.3.L'assemblage de la quille et du bordé

Pour reproduire la courbe du fond de carène des navires de Nin, un gabarit en contreplaqué, construit à partir de la coupe transversale C de l'épave 1 remise en forme, a été utilisé (fig. 136q). Les tracés et les perçages des canaux, le long des bords des virures, ont donc été effectués progressivement, au fur et à mesure de l'assemblage des pièces entre elles, le can de la pièce suivante à assembler étant d'abord biseauté afin d'épouser le plus parfaitement possible la courbe donnée par le gabarit.

Le can de la première virure, en correspondance avec la quille, a donc d'abord été raboté selon l'angle de départ du gabarit avant que ne soient effectués les tracés. Ensuite seulement, les canaux ont été tracés sur les bords de la face supérieure de la quille ainsi que sur les bords de la première virure à assembler, en correspondance avec les canaux repérés sur la quille, selon le même modèle que celui mis en place pour le "bois-test" (fig. 136r). Concernant les perçages, ensuite, si les canaux tracés sur les bords de la virure ont été percés verticalement, traversant de part en part l'épaisseur de la pièce comme sur le

"bois-test", sur la quille, en revanche, les canaux ont dû être percés en biais afin de ressortir sur ses faces latérales et arriver à la hauteur des canaux ressortant sur la face externe de la première virure, soit à une distance précise de 2,5 cm à partir des angles de sa face supérieure. Afin d'orienter la mèche de la perceuse selon l'angle souhaité, nous avons eu à nouveau recours au "bâti réglable à angle de perçage modulable" utilisé précédemment pour la construction des autres modèles d'étude (cf. *supra*) (fig. 136s). Celui-ci nous a ainsi permis d'orienter la quille de façon à percer les canaux verticalement à partir des tracés effectués sur sa face supérieure et de ressortir exactement au point voulu. Les gorges, destinées à recueillir la ligature sur la face externe du bordé, ont ensuite été creusées sur la première virure, selon les mêmes dimensions et avec les mêmes outils que ceux employés pour le "bois-test" (fig. 136t).

Une fois les canaux percés sur les bords de la quille et de la première virure, et les gorges creusées sur la face externe du galbord, l'assemblage des pièces entre elles, au moyen d'une tresse en lin de 2,5 mm de largeur, a finalement été effectué. Concernant le mode de passage de la ligature, les dessins publiés dans l'article de Z. Brusić et M. Domjan[1114] montrent un passage simple et continu de la ligature au travers des canaux, formant, sur la face interne du joint de virure, une suite de passage obliques tous orientés dans le même sens (cf. fig. 102d et 102e). Ce point d'assemblage, formant une ligne brisée, est appelé, en couture, le « point jeté ». Le mode de passage et la reproduction de ce schéma était donc facile à resituer sur le modèle d'étude. L'extrémité de la tresse végétale est ainsi passée de manière continue au travers des canaux, de façon transversale sur l'extérieur du bordé, dans la gorge creusée entre les deux canaux disposés en vis-à-vis sur les virures adjacentes, et de façon diagonale sur la face interne du bordé, reliant le canal de sortie au canal du point d'assemblage suivant disposé sur la virure adjacente (fig. 136u). La réalisation de cet assemblage, conformément à ce que nous révèle l'ethno-archéologie (cf. chap. précédent) nécessite la présence de deux personnes, l'une se tenant à l'intérieur de la coque, et l'autre se tenant à l'extérieur, chacun se passant, dans un rythme continu, la ligature d'un côté à l'autre du bordé (fig. 136v et fig. 136w). De même, à chaque passage, une tension est effectuée sur la tresse végétale au moyen notamment d'un levier de tension, en association avec l'usage d'une petite cheville introduite dans le canal dans le sens de passage de la ligature, permettant ainsi de maintenir et de renforcer cette tension (fig. 136x). Une fois l'assemblage réalisé, les petites chevilles ont été laissées en place afin, non seulement de maintenir les ligatures en place dans leur passage, mais aussi de participer à l'étanchéité du système en obturant les canaux de passage qui ressortent sur la face externe du bordé (fig. 136y). L'étanchéité est par ailleurs assurée par la disposition sur les joints de virure, avant le passage de la ligature, de la tige de clématite présentant un

[1114] **Brusić et Domjan 1985**, fig. 6.5, p. 75.

pan coupé lui permettant de plaquer contre la surface du bordé. L'utilisation d'une liane non séchée permet aussi un meilleur serrage de la ligature qui la comprime nettement au niveau de ses passages diagonaux successifs. C'est ce que nous montre une des photographies publiées dans l'article de Z. Brusić et M. Domjan (cf. fig. 102g). Elle permet aussi de diminuer les risques de cisaillement des ligatures sur les bords des canaux en modifiant l'angle de sortie des ligatures.

La première virure assemblée à la quille (fig. 136z), les mêmes procédés de construction et de réalisation des assemblages ont ensuite été employés pour le montage et l'assemblage de la virure de ribord puis pour la troisième virure, selon la courbe exacte fournie par le gabarit (fig. 136aa). Sans avoir eu recours à un gabarit, il semble certain que les constructeurs des navires de Nin ont aussi procédé de cette façon, effectuant les tracés, les perçages des canaux et le creusement des gorges au fur et à mesure du montage des virures, la virure à assembler étant celle dont les cans étaient rabotés pour s'adapter à la virure précédente, selon un angle précis destiné à former la courbe souhaitée du fond de carène des navires. Ce procédé de construction correspond clairement à la technique de construction « sur bordé » pratiquée dans l'Antiquité.

Après que le bordé ait été entièrement monté et assemblé (fig. 136ab et fig. 136ac), la membrure a alors été fixée au bordé.

6. Positionnement et assemblage de la membrure

6.1. Positionnement de la membrure sur le bordé

Le modèle d'étude ne présentant qu'une seule membrure, celle-ci a été positionnée au centre du modèle, les entailles effectuées sur sa face inférieure se retrouvant alors en correspondance avec les assemblages par ligatures du bordé.

6.2. L'assemblage de la membrure au bordé par des gournables

Les emplacements des canaux à percer pour l'insertion des gournables ont été repérés à l'œil sur le dos de la demie-varangue, au niveau de chaque virure et également au niveau de la quille (fig. 136ad). Les canaux ont ensuite été percés dans la hauteur de la membrure et des virures correspondantes au moyen d'un vilebrequin muni d'une mèche de 1,5 cm, du diamètre des gournables employées sur les navires de Nin.

L'insertion des gournables, pour l'assemblage de la membrure au bordé, s'est effectuée à partir de l'extérieur, au moyen d'un marteau (fig. 136ae).

7. Observations et résultats de l'expérimentation

La construction du **modèle d'étude de Nin** (fig. 136af) aura permis de bien appréhender la technique d'assemblage par ligatures mise en œuvre pour le montage du bordé tout en restituant, de cette façon, le système d'assemblage par ligatures longitudinales.

L'expérimentation de la technique d'assemblage confirme ainsi la simplicité présumée de sa mise en œuvre avec l'absence d'éléments de pré-assemblage, le perçage de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des virures pour le passage des ligatures, le creusement de petites gorges et enfin, le mode de passage élémentaire d'une tresse végétale très fine reproduisant le « point jeté » des couturières et n'effectuant, au total, qu'un "transfilage" simple le long des joints de virure (fig. 136ag). La réalisation de cet assemblage a finalement surtout permis d'expérimenter un type de liane fibreuse et souple employé comme rouleau d'étanchéité et de montrer que sa mise en œuvre était simple et vraisemblablement efficace après lui avoir pratiqué un pan coupé, lui permettant ainsi d'être plaqué contre le bordé. L'expérimentation d'une liane non séchée a aussi montré que celle-ci permettait un meilleur serrage de la ligature tout en diminuant ses risques de cisaillement en modifiant son angle de passage à la sortie des canaux.

Concernant les outils utilisés pour la réalisation de cet assemblage, **le modèle d'étude de Nin** aura également permis de confirmer l'intérêt de l'usage du levier de tension, associé à des chevilles de blocage, déjà expérimenté lors de la construction du modèle d'étude de Comacchio. Concernant le nombre de personnes nécessaire pour réaliser cet assemblage des bordés et leur positionnement, l'expérimentation a finalement permis de confirmer, une nouvelle fois, la présence de deux personnes, l'une se tenant à l'intérieur de la coque et l'autre à l'extérieur.

Dans le système d'assemblage ainsi restitué, l'étanchéité est assurée par la liane de clématite trempée dans de la poix disposée sur les joints de virure avant leur assemblage et vraisemblablement destinée à maintenir en place un matériau d'étanchéité disposé entre les cans des virures, mais également par les chevilles de blocage insérées dans le passage des ligatures afin d'obturer les canaux ressortant sur la face externe du bordé, et enfin, par le colmatage des gorges recueillant la ligature sur la face externe des bordés au moyen d'une couche de poix.

Pour ce qui est des qualités mécaniques révélées par ce système d'assemblage par ligatures longitudinales, l'absence d'élément de pré-assemblage inséré dans les cans des bordages fait ici défaut pour prévenir, une fois l'assemblage réalisé, le risque de cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles. D'autre part, le

passage simple de la ligature, n'effectuant qu'un seul "transfilage" produisant au final des passages diagonaux tous disposés dans le même sens, ne maintient assurément pas efficacement les bordages entre eux qui ont tendance à bouger longitudinalement les uns contre les autres, risquant ainsi de cisailler des ligatures. On pourra alors s'étonner que les constructeurs n'aient effectué qu'un seul "transfilage", notamment parce que ce sont les passages transversaux de la ligature qui assurent la liaison ferme des virures entre elles et qu'ici, avec un seul "transfilage", on obtient qu'un seul passage transversal de la ligature, et encore incomplet puisqu'il n'est effectué que sur la face externe du bordé, au travers des gorges, et non sur la face interne où la ligature est alors passée directement en diagonal pour passer à l'autre point d'assemblage. La finesse de la tresse, d'à peine quelques millimètres de largeur, amène également à s'étonner de ce "transfilage" unique. La photographie des vestiges archéologiques, présentant la liane en position employée comme rouleau d'étanchéité, confirme cependant bien, avec l'impression laissée par le passage de la ligature, le "transfilage" unique avec seulement des passages diagonaux réalisés sur la face interne du joint de virure. L'absence d'éléments de pré-assemblage jouant par la suite un rôle dans le système d'assemblage et la faiblesse même du mode d'assemblage favorise ainsi un glissement longitudinal des virures entre elles avec de fortes probabilités que les ligatures d'assemblage ne se cisaillent, ce que révèle notamment une photographie des vestiges publiée (cf. fig. 102g, à mettre en parallèle avec la fig. 136j). Cette faiblesse est néanmoins, et heureusement, compensée par la fixation des pièces de membrure au bordé au moyen de gournables insérées au niveau de chaque virure et également au niveau de la quille (fig. 136ah). L'assemblage de la membrure à la quille, pratiquement jamais effectué dans la construction navale antique[1115], montre ainsi la volonté des constructeurs de renforcer les assemblages de la coque et donc d'atténuer ainsi vraisemblablement leurs faiblesses. Cependant, dans ce système d'assemblage, les gournables permettent essentiellement d'éviter les glissements latéraux des membrures contre le bordé et ne peuvent en revanche pas empêcher leur déchaussement, menaçant alors, si cela se produisait, la cohésion de l'assemblage du bordé.

On peut donc conclure que le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage des bordés des **navires de Nin**, et réalisé selon la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans élément de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, est un système d'assemblage rudimentaire et dont les faiblesses sont compensées par le système d'assemblage de la membrure au bordé, au moyen de gournables, présentant néanmoins lui aussi des points de faiblesses certains.

[1115] **Gianfrotta, Pomey 1981**, p. 245.

Pour terminer avec le système d'assemblage par ligatures du bordé, il a été enregistré, avec la construction du modèle, que seuls 2 m de tresse, représentant 7,36 m de cordelette en lin, étaient nécessaires pour réaliser un assemblage de 22 points consécutifs, soit sur une longueur de 52 cm. En l'absence de restitution de tout plan des formes effectué pour *Nin 1* ou pour *Nin 2*, aucune extrapolation, sur le métrage de cordelette employé pour l'assemblage de l'ensemble du bordé des navires, n'a malheureusement pu être tentée.

Pour conclure définitivement sur la construction du **modèle d'étude de Nin**, qui aura totalisé 26h25 de travail, l'expérimentation d'une technique d'assemblage par ligatures pour le montage des bordés, extrêmement simple à mettre en œuvre, aura permis de restituer un système d'assemblage par ligatures longitudinales montrant de nombreux points de faiblesse et à l'efficacité précaire liée essentiellement à l'assemblage de la membrure, lui aussi non véritablement garanti.

F. Conclusions

Le programme d'archéologie expérimentale, conduit au sein du Centre Camille Jullian entre février 2002 et février 2004 et qui consistait à reproduire à l'échelle 1 des sections centrales de navires antiques méditerranéens présentant des assemblages par ligatures, a convenablement atteint ses objectifs.

Le premier de ces objectifs consistait à enregistrer en grandeur réelle différents procédés d'assemblage par ligatures et d'en étudier, de façon tangible, les étapes et les difficultés d'élaboration. Six techniques d'assemblage par ligatures – trois concernant l'assemblage du bordé et trois concernant la liaison de la membrure au bordé – ont ainsi été expérimentées.

Les techniques d'assemblage du bordé se révèlent plus ou moins perfectionnées et complexes selon la présence (***Jules-Verne 9***) ou non (***Comacchio***, ***Nin***) d'éléments de pré-assemblage, de tracés préparatoires plus ou moins minutieux (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***), selon qu'il s'agit également de canaux obliques, plus complexes et contraignants à réaliser (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***) que des canaux verticaux (***Nin***) en association avec des évidements et/ou des gorges de forme plus (***Jules-Verne 9***) ou moins (***Nin***) complexe et plus (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***) ou moins (***Nin***) longue à creuser.

L'expérimentation a ainsi permis de confirmer la double fonction des éléments de pré-assemblage consistant, d'une part, à tenir en place les bordages entre eux pour effectuer les tracés préliminaires des évidements à percer pour le passage des ligatures et en permettant, d'autre part, de maintenir en forme les virures pour leur assemblage effectif au moyen des ligatures. De même, l'expérimentation a permis de révéler la fonction première des évidements creusés sur les bords des planches (tétraèdres sur ***Jules-Verne 9*** et cavités quadrangulaires pour ***Comacchio***) qui est de fournir une certaine marge de sortie à la mèche qui effectue le perçage des canaux obliques à partir du bord opposé à celui où se trouve l'évidement.

Dans les trois techniques d'assemblage, intervient, en revanche, de manière constante, un rouleau d'étanchéité (tissu roulé pour ***Jules-Verne 9*** ou rempli de végétaux pour ***Comacchio***, ou bien encore liane végétale pour ***Nin***) disposé sur les joints de virure, avant le passage de la ligature ; celui-ci participe directement au processus d'assemblage en permettant un meilleur serrage des liens tout en réduisant leurs risques de cisaillement avec la modification de leur angle de sortie contre le bord des canaux. De la même façon, les gestes effectués et les outils employés, pour réaliser les assemblages du bordé au moyen de ligatures, sont invariablement les mêmes pour les trois techniques qui requièrent la présence de deux personnes, l'une se tenant à l'intérieur de la coque et l'autre se tenant à l'extérieur, pour se passer, dans un mouvement de va-et-vient continus, la ligature d'un

bord à l'autre de la coque. Pour cela, l'extrémité de la ligature est passée dans une aiguille et la personne qui la récupère l'enroule autour d'un levier de tension afin de tendre au maximum la ligature d'assemblage ; la tension est ensuite maintenue par la présence d'une petite cheville provisoire, jusqu'à la réalisation du point d'assemblage suivant, selon le même procédé qui est répété jusqu'à l'assemblage complet d'une section de deux virures. Une fois l'assemblage achevé, des petites chevilles de blocage sont laissées en place dans chaque canal de passage ; elles participent ainsi également au système d'étanchéité dans la mesure où ces canaux ressortent sur l'extérieur du bordé.

Ainsi passée, la ligature vient dessiner, sur les joints des virures internes, une succession de croix séparées par des traits verticaux (IXIXIXI) (***Jules-Verne 9*** et ***Comacchio***) ou une succession de traits obliques (///////) (***Nin***). L'expérimentation a montré que ce sont les passages transversaux, formant les traits verticaux, qui assurent une liaison solide des pièces entre elles et non les passages diagonaux, formant les croix ou les traits obliques, qui ne servent à passer que d'une paire de canaux à une autre. Dans le cas de ***Jules-Verne 9***, douze passages transversaux, correspondant à six "transfilages", sont ainsi réalisés entre chaque paire de canaux disposés en vis-à-vis sur les bords des planches, tandis que quatre passages transversaux, correspondant également à quatre "transfilages", sont effectués pour ***Comacchio*** et seulement un demi passage transversal, correspondant à un seul "transfilage", est réalisé sur ***Nin***, formant un trait vertical sur l'extérieur des bordés.

En fonction de toutes ces indications, la technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage, et dont le passage de la ligature forme une couture croisée (cf. diagramme n°C), du **petit navire *Jules-Verne 9*** se révèle être la technique la plus perfectionnée et la plus complexe des trois, réclamant une mise en œuvre précise et minutieuse. Suit, par ordre décroissant de classement, la technique d'assemblage par des ligatures longitudinales passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, et formant également une couture croisée (cf. diagramme n°D), du **navire de Comacchio** qui se révèle être une technique d'assemblage qui, bien que facile à réaliser, n'en n'est pas moins précise et soignée, sans que l'on puisse pour autant la qualifier d'extrêmement élaborée. Enfin, arrive en dernière position la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, et dont le passage de la ligature forme une couture en ligne brisée (cf. diagramme n°E), des **petits navires de Nin** dont la mise en œuvre est d'une simplicité extrême.

Les techniques d'assemblage de la membrure au bordé au moyen de ligatures se révèlent également, comme pour les assemblages du bordé, plus ou moins élaborées selon qu'il s'agit de points de ligatures externes ou de points de ligatures internes à réaliser.

Les points de ligatures externes (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***) réclament en effet le perçage de canaux disposés par paires dans l'épaisseur des virures correspondantes tandis que les points de ligatures internes (***Cavalière***) réclament le perçage de paires d'évidements cylindriques à la fois dans la hauteur de la membrure et à la fois dans l'épaisseur de la virure correspondante, ainsi que le creusement de gorges entre ces évidements, à la fois sur le dos des membrures et à la fois sur la face externe du bordé, dans le but de recevoir et protéger les ligatures. L'expérimentation a montré que bien que plus ou moins longs à réaliser, ces aménagements étaient faciles à exécuter, y compris pour les paires de canaux de ***Comacchio*** percés dans l'épaisseur du bordé et qui ne ressortent pas sur sa face externe.

Concernant le nombre de personnes nécessaires à la réalisation de ces assemblages et les outils employés, la présence de deux personnes est également indispensable, soit l'une se tenant à l'intérieur de la coque et l'autre se tenant à l'extérieur dans le cas des assemblages où les canaux de passage ressortent sur l'extérieur du bordé (***Jules-Verne 9***, ***Cavalière***), soit l'une se tenant d'un côté de la membrure et l'autre se tenant de l'autre côté, dans le cas des assemblages où les canaux de passage ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé (***Comacchio***). Une aiguille est également nécessaire pour le passage de la ligature dans le premier cas, tandis que dans le second cas, aucune aiguille ne peut être utilisée et c'est un petit morceau de bois simple qui va aider à pousser la ligature pour le passage dans la paire de canaux formant un V et ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé. Par ailleurs, dans la mesure où l'assemblage ne concerne pas deux éléments disposés dans un même plan, comme pour l'assemblage des virures entre elles, le levier de tension n'est pas nécessaire dans ces techniques d'assemblage unissant la membrure au bordé, et c'est la personne qui reçoit la ligature qui va la tirer fortement vers le haut ou vers le bas, selon la position qu'il occupe. De même, les chevilles de blocage, dans le cas des assemblages par ligatures externes (***Jules-Verne 9*** et ***Comacchio***), ne trouvent aucune utilité pour des ligatures qui sont tirées vers le haut. La fonction des petites chevilles, que l'on retrouve insérées dans les canaux de passage des ligatures sur **le navire *Jules-Verne 9***, est donc essentiellement liée à l'étanchéité du système, dans la mesure où ces canaux ressortent sur la face externe du bordé. En revanche, les chevilles, ou gournables, employées dans l'assemblage du **navire de Cavalière**, ont bien une fonction de blocage des ligatures qui sont passées en boucle dans les couples d'évidements percés à mi-bois dans la hauteur des pièces à assembler. Liées à cette fonction, elles présentent d'ailleurs un pan coupé pour le passage de la ligature et sont par ailleurs insérées dans les canaux dans le sens de passage de la ligature de manière, non seulement à la bloquer mais aussi à en augmenter la force de tension. Dans le cas des points de ligatures externes, la ligature est

en revanche passée transversalement, d'un côté à l'autre de la membrure, et est passée dans les paires de canaux en forme de V percés dans l'épaisseur des virures correspondantes et ressortant (***Jules-Verne 9***) ou non (***Comacchio***) sur l'extérieur du bordé. La ligature peut ainsi passer soit de manière croisée sur le dos de la membrure (***Jules-Verne 9***), soit de manière oblique, toujours dans le même sens (***Comacchio***). Dans ce dernier cas, le point d'assemblage par ligature prend appui sur deux virures adjacentes tandis que les deux autres cas, le point d'assemblage prend appui sur une seule et unique virure.

En fonction de toutes ces indications, la technique d'assemblage par des points de ligatures internes ressortant sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage (cf. diagramme n°d.), du **navire de Cavalière** se révèle être la technique la plus perfectionnée réclamant une mise en œuvre, bien que simple à exécuter, plus complexe que les autres. Par ordre de classement décroissant, il me semble que la technique d'assemblage par des points de ligatures externes ne ressortant pas sur la face externe du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°b.), du **navire de Comacchio** vient après, tandis que la technique d'assemblage par des points de ligatures externes ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°c.) du petit navire ***Jules-Verne 9*** arrive en dernière position. L'exécution de ces deux dernières techniques est cependant également extrêmement simple.

Avec l'expérimentation des procédés de réalisation des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique méditerranéenne, le deuxième objectif du programme d'archéologie expérimentale était de restituer divers systèmes d'assemblage par ligatures et d'en considérer les propriétés liées à leur fonctionnement. Les trois techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre pour le montage des bordés ont toutes contribué à restituer un système d'assemblage par ligatures longitudinales tandis que les trois techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre pour la fixation de la membrure au bordé ont permis de restituer un système d'assemblage par ligatures externes (***Jules-Verne 9***), et deux systèmes d'assemblage mixtes différents, l'un associant des points de ligatures internes à des gournables simples (***Cavalière***) et l'autre associant des points de ligatures externes également à des gournables simples (***Comacchio***).

Pour le montage des bordés, bien que les trois techniques d'assemblage mises en œuvre pour ***Jules-Verne 9***, ***Comacchio*** et ***Nin*** restituent toutes un système d'assemblage par ligatures longitudinales, les qualités en terme de solidité et de cohésion ainsi que les

propriétés mécaniques, et donc le fonctionnement de chacun de ces systèmes, sont néanmoins différents d'un navire à l'autre. La présence (***Jules-Verne 9***) ou l'absence (***Comacchio***, ***Nin***) des éléments dits de « pré-assemblage » employés dans les procédés de construction se révèle notamment être essentielle dans les propriétés mécaniques, et donc dans le fonctionnement du système. Ceux-ci, une fois l'assemblage réalisé, jouent en effet un rôle dans le système d'assemblage en prévenant le risque de cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures les unes contre les autres ; ils participent donc à la cohésion de la structure. Le mode de passage de la ligature et le nombre de "transfilages" effectués d'une extrémité à l'autre des sections de virures à assembler jouent également dans la qualité et l'efficacité de l'assemblage. Ainsi est-il aisé de présumer que six "transfilages" (***Jules-Verne 9***) sont probablement plus efficaces que quatre (***Comacchio***) et sans commune mesure avec un seul (***Nin***) et que le mode de couture croisée, pour lequel les passages transversaux sont en réalité les plus importants (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***), se révèle plus solide et plus cohérent dans le maintient du bordé que le mode de couture en ligne brisée (***Nin***) qui entraîne inévitablement un glissement longitudinal des virures les unes contre les autres, mouvement renforcé en outre par l'absence d'éléments de pré-assemblage. Enfin, le système d'étanchéité, mis en place dans chacun de ces assemblages, joue également un rôle dans le fonctionnement et la pérennité du système d'assemblage. Celui-ci est généralement assuré par la disposition d'un rouleau d'étanchéité sur les joints de virure avant le passage de la ligature (***Jules-Verne 9***, ***Comacchio***), ou d'une latte de section semi-circulaire maintenant vraisemblablement en place un matériau d'étanchéité disposé entre les cans des virures (***Nin***). Il est également assuré par la présence de petites gorges situées sur l'extérieur du bordé et dont la fonction est de recueillir la ligature pour la protéger de tout frottement mais également du contact direct avec l'eau puisque la gorge est ensuite obturée par de la poix. La présence de petites chevilles insérées dans les canaux de passage de la ligature après sa mise en place participe également à l'étanchéité du système. Enfin, celle-ci est complétée par la répartition d'une couche de poix venant colmater les gorges et les canaux, gorger les rouleaux d'étanchéité et imbiber les ligatures, renforçant ainsi leur imperméabilité.

En fonction de tous ces éléments, on peut donc également établir un classement des systèmes d'assemblage par ligatures longitudinales, reposant sur leur solidité et leur cohésion.

Le système d'assemblage du **navire *Jules-Verne 9***, avec ses chevilles de pré-assemblage, ses six "transfilages" et douze passages transversaux formant au final une couture croisée alliée à un système d'étanchéité complet, se révèle ainsi être le plus solide des trois et celui assurant manifestement la meilleure cohésion du bordé ainsi assemblé.

Le système d'assemblage du **navire de Comacchio**, ne bénéficiant d'aucun élément de pré-assemblage mais de quatre "transfilages" auquel correspondent quatre

passages transversaux formant au final une couture croisée, allié à un système d'étanchéité complet, vient en second en terme de solidité et de cohérence.

Enfin, le système d'assemblage des petits **navires de Nin**, ne présentant pas non plus d'éléments de pré-assemblage et ne présentant qu'un seul "transfilage" formant une couture en ligne brisée mais alliée néanmoins un système d'étanchéité complet, offre assurément le moins bon système d'assemblage en terme de solidité et de cohérence.

Néanmoins, sur tous ces navires, la fixation de la membrure au bordé, mise en place dans un deuxième temps, contribue également à assurer la cohésion du bordé et vient ainsi compenser, notamment dans le cas **des navires de Comacchio et de Nin**, les faiblesses des systèmes d'assemblage du bordé. Mais avant de passer précisément au système d'assemblage par ligatures de la membrure, il est important de rajouter qu'une dernière qualité est également pressentie pour l'ensemble de ces systèmes d'assemblage par ligatures longitudinales. Il s'agit d'une certaine souplesse, à mettre en relation avec l'élasticité des ligatures qui devait sans aucun doute jouer au cours de la navigation mettant en action des forces mécaniques complexes exercées sur la coque du navire. C'est néanmoins seulement avec la construction d'une réplique navigante de l'un de ces navires que cette propriété effective du système d'assemblage pourrait être confirmée.

Pour ce qui est maintenant des systèmes d'assemblage par ligatures restitués pour la liaison de la membrure au bordé, la solidité et la cohésion de chacun de ces systèmes dépendent de plusieurs facteurs. Le premier de ces facteurs est l'absence (***Jules-Verne 9***) ou la présence, dans les systèmes d'assemblage mixtes, de gournables mises en alternance avec les points d'assemblage par ligatures (***Cavalière***, ***Comacchio***). La présence de celles-ci contribue en effet à maintenir la cohésion de l'assemblage en évitant tout glissement latéral de la membrure sur le bordé. Le second est la forme de la membrure, associée au passage de la ligature, dans le cas d'assemblages externes. Une membrure au profil trapézoïdal et aux angles arrondis du **navire *Jules-Verne 9*** va en effet préserver la ligature de tout cisaillement, tandis qu'une membrure de profil rectangulaire avec des arêtes à angles vifs du **navire de Comacchio** va au contraire favoriser les points de rupture de la ligature par le cisaillement de celle-ci sur ses angles. Le mode de passage de la ligature contribue également à la solidité du système, un assemblage croisé externe (***Jules-Verne 9***) sera sans doute plus solide qu'un simple assemblage oblique externe (***Comacchio***), tandis qu'un assemblage en boucles interne (***Cavalière***) représente sans aucun doute le mode d'assemblage le plus solide en permettant de plaquer fermement la membrure contre le bordé. Enfin, de même que pour le bordé, le système d'étanchéité, mis en place dans chacun de ces assemblages, joue également un rôle dans le fonctionnement et la pérennité du système d'assemblage. Il est assuré, lorsque les canaux de passage de la ligature ressortent sur la face externe du bordé (***Jules-Verne 9***, ***Cavalière***) par la présence de gorges destinées à recueillir la ligature et la protéger de tout frottement en même temps

qu'à la préserver du contact direct de l'eau par le colmatage de ces gorges au moyen d'une couche de poix, ainsi que par l'usage de petites chevilles (***Jules-Verne 9***) ou de gournables de blocage (***Cavalière***) qui viennent obturer les canaux de passage. L'étanchéité est finalement complétée par la répartition globale d'une couche de poix venant obstruer les espaces vides que pourraient encore présenter les canaux de passage, venant également colmater, dans le cas du **navire de Cavalière**, les gorges creusées sur le dos des membrures et la face externe du bordé, protégeant ainsi la ligature du milieu extérieur, et venant enfin imbiber les ligatures d'assemblage, les rendant ainsi plus imperméables.

En fonction de tous ces éléments, c'est incontestablement le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à des gournables simples (***Cavalière***) qui se révèle être le plus solide et sans doute le plus efficace. Ces deux types d'assemblage sont en effet complémentaires, les points d'assemblage par ligatures internes permettant de fixer solidement la membrure au bordé et de la maintenir plaquée contre celui-ci et les gournables, autant les gournables simples que les gournables de blocage, permettant d'éviter tout glissement latéral des membrures sur le bordé, diminuant ainsi les risques de cisaillement des ligatures.

Le système d'assemblage mixte par des points de ligatures externes alternés avec des gournables simples (***Comacchio***) présente les mêmes avantages, mais le passage externe de la ligature, en relation avec une membrure de forme rectangulaire aux arêtes saillantes, introduit une certaine faiblesse dans ce système d'assemblage qui se révèle néanmoins solide, notamment en raison des chanfreins pratiqués de chaque côté des pieds des membrures et qui permettent un meilleur serrage de la ligature d'assemblage.

Enfin, le système d'assemblage par ligatures externes (***Jules-Verne 9***) est sans aucun doute le moins solide et le plus vulnérable d'entre tous. Il est, dans une certaine mesure, efficace si on considère que la section trapézoïdale des membrures avec laquelle les ligatures sont mises en relation assure un meilleur serrage des liens en même temps que les courbes arrondies de ce type de profil préviennent les risques de cisaillement des ligatures. Néanmoins, en l'absence d'autres éléments d'assemblage, tels que des gournables ou des clous, ce système demeure en effet relativement précaire dans la mesure où, en cas de rupture ou de simple relâchement de la ligature, l'assemblage ferme de la membrure au bordé n'est plus du tout assurée et peut entraîner un déplacement, voire un enlèvement total de la membrure sur le bordé. De manière provisoire, c'est-à-dire dans l'attente d'une réparation imminente, les petites chevilles permettent cependant de localiser la rupture de la ligature et d'éviter que l'assemblage entier de la membrure concernée de ne se délie.

Si les qualités et les propriétés des systèmes d'assemblage du bordé et des divers systèmes d'assemblage de la membrure ont été examinées chacune de leur côté, on ne peut cependant pas séparer, au terme d'une analyse globale, le bordé de la membrure. Nous avons laissé entendre, en effet, que les faiblesses d'un système d'assemblage par ligatures longitudinales, et notamment celui des **navires de Nin**, étaient en réalité compensées par la fixation de la membrure sur le bordé qui assurait, finalement, une certaine cohésion de l'ensemble. Voyons alors ces différentes associations.

Tout d'abord, au système d'assemblage par ligatures longitudinales du bordé du **navire *Jules-Verne 9***, considéré comme extrêmement solide et cohérent, est associé un système d'assemblage par ligatures externes employé pour la fixation de sa membrure au bordé, qui lui, est considéré comme moyennement solide et qui plus est, vulnérable. Ce système d'assemblage, moins élaboré que celui mis en place sur le bordé, montre et confirme donc bien le rôle secondaire que jouait la membrure dans ce système de construction « sur bordé » où le bordé, soigneusement et fortement assemblé dans toutes ses parties, jouait précisément le rôle de structure portante et dominante de la coque. L'emploi conjoint de ces deux systèmes d'assemblage sont finalement caractéristiques de l'ensemble des bateaux de tradition grecque archaïque, à savoir les navires ***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, et probablement ***Pabuç Burnu***.

Au système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage du bordé du **navire de Comacchio**, considéré comme solide mais manquant cependant de cohérence, est ensuite associé un système d'assemblage mixte pour la fixation de sa membrure au bordé qui alterne des points de ligatures externes avec des gournables et qui, lui, est considéré comme très solide mais présentant également des faiblesses en relation avec le passage externe des ligatures et les angles vifs des membrures. Ces faiblesses, que ce soit pour le bordé ou que ce soit pour la membrure, sont néanmoins à pondérer dans les deux cas. Le manque de cohérence de l'assemblage du bordé est en effet compensé par la fixation de la membrure sur le bordé dont les points d'assemblage par ligatures prennent notamment toujours appui sur deux virures adjacentes. Quant aux risques de cisaillement des ligatures, si celles-ci viennent à lâcher, ou simplement à se relâcher, le maintien de la membrure contre le bordé n'est pas remis en cause puisque celle-ci est également fixée au bordé au moyen de gournables. Ces deux structures, bordé et membrure, et leur complémentarité, du point de vue des assemblages, contribuent donc à former un ensemble solide et cohérent. Celui-ci est néanmoins singulier, dans la construction navale antique, puisque aucun autre navire, jusqu'à ce jour découvert, ne présente cette association des systèmes d'assemblage. Seul le système d'assemblage par ligatures du bordé est finalement représentatif d'une série d'embarcations découvertes dans la zone nord-occidentale de l'Adriatique, et plus particulièrement dans la région du delta du Pô (cf. **les épaves d'Aquilée**, **du Stella**, **de Padoue**, **du Lido de Venise**, **de Corte Cavanella 2**, **de Cervia** et **de Pomposa**). Sur ces embarcations, les faiblesses du système

d'assemblage du bordé sont néanmoins également compensées par la mise en place de la membrure, assemblée uniquement au moyen de gournables.

Au système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage du bordé des **navires de Nin**, considéré comme peu solide et manquant également assurément de cohérence, est associé un système d'assemblage non cousu pour la fixation de sa membrure au bordé, assuré au moyen de gournables. Celle-ci pallie ainsi aux faiblesses du système d'assemblage du bordé en lui garantissant une certaine cohésion, dans la mesure où les membrures ne se détachent pas du bordé. L'association de ces systèmes d'assemblage contribue donc à la cohésion de l'ensemble de la coque, mais seulement dans la mesure où celle-ci est destinée à une navigation de proximité et en eaux intérieures. C'est le cas de ces deux petits navires dont l'espace de navigation, situé sur la côte dalmate, peut être qualifié de « fermé » dans la mesure où il s'agit d'une navigation de type "archipelagique" (cf. *infra* 4ème partie, p. 646). L'association de ces systèmes d'assemblage est relativement proche de ceux employés dans la coque du **chaland de Ljubljana**, également destiné à naviguer en eaux intérieures, sur les rivières de la Ljubljanica et de la Save.

Enfin, au système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures internes à des gournables, employé pour la fixation de la membrure au bordé du **navire de Cavalière**, est associé un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le montage de son bordé. Dans la mesure où le système d'assemblage par tenons et mortaises est ici parfaitement maîtrisé, on a donc un bordé solidement assemblé lui assurant une parfaite cohésion. Par ailleurs, on a vu que le système d'assemblage mixte de la membrure était un assemblage solide et ferme, présentant de surcroît des avantages complémentaires empêchant tout mouvement de la membrure, déchaussement ou glissement latéral. L'association de ces deux systèmes d'assemblage contribue donc à former un ensemble solide et cohérent, vraisemblablement sans aucune faiblesse. On retrouve également cette même association des systèmes d'assemblage sur toute une série de bateaux et de navires hellénistique et romains retrouvés exclusivement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, à savoir, ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***Baie de l'Amitié***, ***Port La Nautique*** ainsi que l'épave ***Jeaume-Garde B*** pour des réparations (cf. tableau D et fig. 114), et avec, pour certains, également des clous venant renforcer l'assemblage de la membrure au bordé (cf. les épaves ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Cap del Vol***, ***SM24***).

Les objectifs fixés par le programme d'archéologie expérimentale ont donc bien été atteints en permettant de contribuer à une analyse fine et tangible des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique. Pour que cette analyse soit complète, il reste encore cependant à analyser les types de ligatures et les

différents matériaux employés dans les assemblages par ligatures et d'en montrer leurs implications dans le fonctionnement de ces divers systèmes.

BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour une approche de l'archéologie expérimentale en archéologie navale et premiers articles et supports parus sur ce programme de recherche précis :

CHRISTENSEN A. E.

1986, "Viking", A Gokstad ship replica from 1893, dans Crumlin-Pedersen O et Vinner M. (ed.), *Sailing into the Past*, p. 68-77.

CODACCIONI L. et MARLIER S.

2004, *Un bateau cousu de l'Antiquité. Le modèle d'étude de l'épave romaine de Cavalière*, Film documentaire, producteur : Centre Camille Jullian (CNRS-Univ. de Provence), Aix-en-Provence. Support DVD (dépôt : photothèque du CCJ, Pôle Image Animé (CNRS, Lyon), CNRS Images/Média (Meudon).

CRUMLIN-PEDERSEN O. et TRAKADAS A.

2003, *Hjortspring. A Pre-Roman Iron-Age Warship in Context*, (Ships and Boats of the North, vol. 5), The Viking Ship Museum in Roskilde and the Centre for Maritime Archaeology of the National Museum of Denmark, Roskilde.

CRUMLIN-PEDERSEN O. et VINNER M. (ED.)

1986, *Sailing into the Past, Proceedings of the International Seminar on Replicas of Ancient and Medieval Vessels, Roskilde 1984*, The Viking Ship Museum, Roskilde.

MCGRAIL S.

1986, Experimental Boat Archaeology – some Methodological Considerations, dans Crumlin-Pedersen O et Vinner M. (ed.), *Sailing into the Past*, p. 8-17.

MARLIER S.

À paraître c, an example of experimental archaeology and the construction of the full-scale research-model of the Cavalière ship's bottom, dans Hocker F. et Eglert A. (ed.), *ISBSA 10, Roskilde sept. 2003*.

POMEY P.

2003, Reconstruction of Marseilles 6th century BC Greek ships, dans Beltrame C. (dir.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 57-65.

POMEY P. et RIETH É. (dir.)

2001, La trirème antique de Napoléon III : un essai d'archéologie navale expérimentale sous le second empire, dans *Napoléon III et l'archéologie. Une politique archéologique nationale sous le Second Empire, Colloque oct. 2000* (Bulletin de la Société Historique de Compiègne), Compiègne, p. 239-266.

STEFFY J. R.

1976, The institute's model ship, *AINA Newsletter*, 3.1, p. 1-4.

1989, The rôle of three-dimensional research in the Kyrenia ship reconstruction, dans Tzalas H.

(ed.) 1989 (*Tropis 1*), p. 249-262.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station.

III. Analyse des différentes techniques d'assemblage par ligatures mises en œuvre dans la construction navale antique à partir des différents types de ligatures et des différents matériaux utilisés pour les assemblages

Après avoir analysé les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique à partir des sources ethnographiques et à travers l'expérimentation, il me paraissait finalement indispensable, pour compléter cette étude, de s'intéresser aux différents types de ligatures, aux éléments d'étanchéité employés ainsi qu'aux différents matériaux utilisés pour la réalisation des autres éléments d'assemblage associés aux assemblages par ligatures. L'intérêt pour les différents types de ligatures et les matériaux employés pour leur réalisation se justifie dans la mesure où les qualités et les performances d'une ligature, notamment son élasticité, sa résistance à la rupture et à l'abrasion ainsi que sa durabilité, dépendent du matériau dans lequel elle est réalisée et de la manière dont elle est fabriquée (toron, tresse, réalisé avec combien de brins ?). L'intérêt, ensuite, pour les éléments d'étanchéité mis en œuvre et les matériaux employés pour assurer l'étanchéité de tel ou tel système d'assemblage, s'inscrit dans cette même analyse de performance et de durabilité d'un système d'assemblage. Enfin, dans la mesure où d'autres éléments d'assemblage peuvent être associés aux assemblages par ligatures – que ce soit des éléments dits de « pré-assemblage » pour le montage du bordé ou des éléments d'assemblage mis en alternance avec des points de ligatures pour la fixation de la membrure au bordé – il paraît incontournable de s'intéresser aux matériaux employés pour la réalisation de ces éléments afin d'appréhender la pertinence du choix des constructeurs, si choix il y a.

A. Types de ligatures et matériaux employés pour leur confection

L'analyse des ligatures, mises en œuvre dans les assemblages de la construction navale antique, repose d'une part sur la nature des matériaux employés pour leur confection et les propriétés de ceux-ci, et d'autre part sur le type de cordelette utilisé (toron ou tresse, réalisé avec combien de brins ?) et ses dimensions (diamètre ou largeur). La nature des matériaux est déterminée bien sûr par les sources archéologiques, mais les sources écrites apportent aussi des informations à ce propos et il sera ainsi intéressant de confronter ici ces deux types de sources. Le type de ligature employé est en revanche exclusivement déterminé par les sources archéologiques, complétées quelquefois par l'expérimentation pour tout ce qui concerne les dimensions.

1. Les données fournies par les sources écrites

Parmi les sources écrites anciennes dont on dispose pour l'étude des bateaux cousus (cf. *supra* les sources écrites, p. 560-568), un certain nombre d'auteurs nous fournit des renseignements concernant la nature des matériaux employés pour la confection des ligatures d'assemblage. Ainsi, pour les bateaux cousus de l'Égypte ancienne, **Hérodote** nous indique l'emploi du papyrus (II, 96) tandis que pour les bateaux cousus du monde grec archaïque et classique, **Homère** indique l'emploi du sparte pour les bateaux de la flotte achéenne (***Iliade***, II, 135) et Eschyle révèle l'emploi du lin (***Les Suppliantes***, 134-135). **Pacuvius**, lui, fait mention de ces deux fibres végétales, sparte et lin, pour les cordages qui assemblent le bateau que construit Ulysse pour quitter l'île de Calypso (cf. dans les ***Niptra***, extrait cité par Festus dans son ouvrage, *De Verborum significatu*, 508, 33). On ne sait cependant pas si Pacuvius fait ici référence aux auteurs grecs anciens, précédemment cités ou si, et c'est peut-être le plus probable, il fait référence aux bateaux "cousus" que lui-même connaît et qui peuvent être assemblés par des cordages à la fois en lin et à la fois en sparte. **Varron** et **Pline**, en revanche, commentant tous deux le passage de l'*Iliade* où il est question de l'état de la flotte achéenne, rejettent l'emploi du sparte pour l'assemblage des navires au VIII^{e} s. av. J.-C. (cf. Varron cité dans Aulu Gelle, *Les Nuits Attiques*, XVII, 3 et Pline, XXIV, 65). **Varron**, de son côté, pense en effet que Homère ne fait pas référence au sparte mais à une autre plante produite par le territoire thébain, du chanvre ou de l'étoupe. Il appuie son argumentation en ajoutant que la Grèce commencerait seulement, au I^{er} s. av. J.-C., à importer en abondance du sparte venu d'Espagne. **Pline** renforce cette position en mentionnant de la même façon qu'à l'époque où écrit Homère, le sparte d'Espagne ou d'Afrique n'était pas encore en usage ; et d'ajouter que pour les bateaux "cousus", c'est le lin qui était employé, mais jamais le sparte. Il indique également que le genêt sert aussi à faire des liens et il se demande même s'il ne s'agit pas de la plante mentionnée par les auteurs grecs (*sparton*), et que lui-même appelle indifféremment, tout au long de son ouvrage, *genista* ou *spartum*[1116]. **Varron**, de son côté, rajoute que les Liburniens, quant à eux, cousaient la plupart de leurs bateaux avec des lanières, sous-entendant probablement des lanières de cuir d'origine animale. Toujours à propos des Liburniens, **Verrius Flacus** rapporte, au I^{er} s. apr. J.-C., que ceux-ci, de même que les Istriens, assemblaient leurs embarcations au moyen de lin et de sparte et que c'est pour cette raison que leurs bateaux seraient appelés *« serilia »*, signifiant « corde » en latin (Verrius Flacus cité dans l'ouvrage de Festus, *De Verborum significatu*, 508, 33).

[1116] Cf. **Mingaud 1993**, p. 47.

L'usage du papyrus, que mentionne Homère pour la confection des ligatures des bateaux cousus de l'Égypte ancienne, semble fort probable dans la mesure où il s'agit de l'une des principales ressources locales et que les embarcations primitives étaient d'ailleurs faites de paquets de papyrus liés ensemble. L'usage du lin, dans la construction navale grecque et romaine, semble également bien attesté par la plupart des auteurs grecs et latins. En revanche, l'usage du sparte à l'époque grecque ancienne pose problème aux auteurs latins, et notamment à Varron et à Pline, qui rejettent complètement cette éventualité. C'est, d'après eux, tout simplement impossible puisque le sparte n'est véritablement en usage, en Méditerranée centrale et orientale, qu'à partir du I^{er} s. av. J.-C., diffusé à partir des centres producteurs que sont l'Espagne et l'Afrique. Enfin, les Istriens et les Liburniens, deux peuples de l'Adriatique, semblent, eux, avoir eu recours au lin et au sparte, mais aussi à des lanières de cuir pour l'assemblage de leurs bateaux (cf. tableau J).

Voyons maintenant si les sources archéologiques confirment l'emploi de ces divers matériaux, essentiellement d'origine végétale, notamment pour ce qui concerne l'emploi éventuel du sparte dans la construction navale grecque ancienne.

2. Les données fournies par les sources archéologiques et l'archéologie expérimentale

Pour les bateaux cousus de l'Égypte ancienne, les sources archéologiques nous révèlent l'emploi, pour l'assemblage du bordé et de la membrure du **navire royal de Chéops** (2650 av. J.-C.), de ligatures constituées de trois brins en *Desmostachya bipinnata* (L.) Stapf. tordus ensemble pour former des torons de 1 à 2 cm de diamètre. Le **navire présumé de Licht** (vers 1950 av. J.-C.) présente également, pour l'assemblage de son bordé, des ligatures en *Desmostachya bipinnata* ; mais il ne s'agit cependant pas ici de torons mais d'une bande plate et tressée, tissée à partir de quinze brins de ce végétal, pour une largeur comprise entre 6,5 cm et 9,5 cm. Le même type de bande végétale, réalisée à partir de fibres végétales, pour une largeur de 7,5 cm environ, était déjà utilisé, un millénaire plus tôt, sur **le bateau n°10 de la fosse d'Abydos** (vers 3000 av. J.-C.). Malheureusement, le matériau, prélevé pour analyse au cours de la fouille de l'embarcation, n'a pas encore fait l'objet d'une publication. Quant aux **barques de Dahchour** (vers 1850 av. J.-C.), les points d'assemblage par ligatures n'ayant pas été conservés, aucune analyse n'a pu être faite.

Pour les bateaux cousus grecs archaïques et classiques, seuls **les navires *Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** (France, fin VI^{e} s. av. J.-C.) ainsi que **le navire *Ma'agan Mikhael*** (Israël, vers 400 av. J.-C.) ont fait l'objet d'analyses pour la détermination des

matériaux employés pour la confection des ligatures. Il s'agit, pour ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***, du lin (*Linum usitatissimum* L.) dont les fibres constituent des torons formés de deux brins tordus ensemble, pour un diamètre de 1 à 1,5 mm pour les assemblages des bordés, et de 2 mm pour les assemblages de la membrure au bordé. Le **navire *Ma'agan Mikhael***, quant à lui, emploie, pour l'assemblage de ses extrémités, des brins de fibres végétales en *Ruscus hypophyllum* L. ou *Ruscus hypoglossum* L. tordus ensemble pour former un toron d'un diamètre de 3,5 mm environ.

Un peu plus tardif, la pièce de superstructure isolée, découverte sur **le navire de guerre d'origine punique de Marsala** (Sicile, mi. du III^{e} s. av.), présente des assemblages par ligatures réalisés en sparte ou en alfa (*Lygeum spartum* L ou *Stipa tenacissima* L. ?).

Pour les navires romains, les fouilles et les relevés, effectués sur cette série de navires découverts exclusivement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen et dont seule la membrure est assemblée au moyen de ligatures, montrent l'emploi quasi-exclusif de tresses végétales. Néanmoins, elles sont souvent trop abîmées pour en permettre l'identification et sur la dizaine d'épaves découvertes à ce jour, seules quatre ont fait l'objet de détermination concernant le végétal employé pour la confection de ces tresses d'assemblage. Il s'agit des épaves ***Cap Béar 3*** (3ème quart du I^{er} s. av. J.-C.), ***Dramont C*** (1ère moitié du I^{er} s. av. J.-C.), ***Barthélemy B*** (2nd quart du I^{er} s. apr. J.-C.) et ***SM24*** (entre 40 et 75 apr. J.-C.) qui offrent des résultats comparables, à savoir que les ligatures ont été réalisées à partir d'aubier, c'est-à-dire la partie fonctionnelle du bois, provenant soit de résineux soit de feuillus. Pour ***Barthélemy B*** et ***SM24***, la ligature est issue d'un feuillu, pour ***Dramont C***, elle est issue d'un résineux, de même que pour ***Cap Béar 3*** qui a été identifiée plus précisément comme étant une cupressacée (cyprès ou genévrier)[1117]. Concernant la composition et les dimensions des tresses, les observations effectuées sur les prélèvements provenant de l'épave ***SM24*** montrent des tresses composées de trois fois trois brins de 1 mm de diamètre chacun pour une largeur à plat des tresses de 5 à 9 mm.

Pour les autres navires romains de l'Adriatique, les vestiges archéologiques révèlent l'emploi, pour **le navire de Comacchio** (Italie, dernier quart du I^{er} s. av. J.-C.) de l'alfa (*Stipa tenacissima* (L.) Stapf.) pour la réalisation des ligatures d'assemblage, employé sous forme de torons constitués de deux brins tordus ensemble pour le bordé et employé sous forme de tresses pour l'assemblage de la membrure. L'archéologie expérimentale a permis de déterminer les dimensions de ces cordelettes ainsi constituées :

[1117] Les déterminations présentées ici sont des informations inédites communiquées par S. Wicha et tirées de sa thèse *« Caractérisation d'un groupe d'épaves antiques de Méditerranée présentant un assemblage des membrures par ligatures végétales : approche architecturale et paléobotanique »*, non encore soutenue.

de 3,5 mm de diamètre pour les torons du bordé et de 7 mm de largeur pour les tresses de la membrure. Pour **les petits navires de Nin** (Croatie, fin de la première moitié du I^{er} s. apr. J.-C.), les vestiges archéologiques, couplés à l'archéologie expérimentale, ont montré que les pièces du bordé avaient été assemblées entre elles au moyen d'une ligature végétale constituée de trois liens, probablement en lin ou en « écorce jaune de saule », tressés ensemble pour une largeur de 2,5 mm de largeur. Pour **le chaland de Ljubljana**, en revanche, on sait simplement qu'il s'agissait de liens en fibres végétales, sans plus de précision.

Les matériaux, révélés par les vestiges archéologiques pour la confection des ligatures d'assemblage, sont donc tous d'origine végétale. Il s'agit de *Desmostachya bipinnata* pour les bateaux cousus de l'Égypte ancienne, du lin (*Linum usitatissimum* L.) et du *Ruscus hypophyllum* L. ou *Ruscus hypoglossum* L. pour les bateaux grecs anciens, du sparte ou de l'alfa (*Lygeum spartum* L ou *Stipa tenacissima* L.) pour un élément de superstructure isolé appartenant à un navire punique, d'aubier provenant de feuillus ou de résineux pour quatre navires romains de Méditerranée nord-occidentale présentant un assemblage par ligatures exclusivement pour leur membrure, de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) pour les assemblages du bordé et de la membrure d'un navire romain, et enfin du lin ou de « l'écorce jaune de saule » pour deux autres navires romains (cf. tableau J). Les ligatures, confectionnées à partir de ces fibres végétales, sont le plus souvent employées soit sous forme de torons, à 2 ou 3 brins tordus ensemble pour un diamètre variant de 1 à 3,5 mm pour les plus petits (***Jules-Verne 9***, ***Jules-Verne 7***, ***Ma'agan Mikhael***, ***Comacchio***) et atteignant 2 cm pour les plus gros (***Chéops***), soit sous forme de tresses présentant une largeur pouvant varier de 2,5 mm pour les petites (***Nin***) à 7-9 mm de large pour les plus grosses (***Comacchio***, ***SM24***). Elles peuvent aussi se présenter sous la forme d'une bande plate tressée présentant une largeur comprise entre 6,5 et 9,5 cm (***Abydos***, ***Licht***).

3. Confrontation des sources

En accord avec les sources écrites, on retrouve, sur les vestiges archéologiques, le lin employé pour la confection des ligatures. L'usage du lin, sur des bateaux cousus d'origine grecque archaïque et probablement sur deux navires romains de la côte orientale de l'Adriatique, confirme ainsi les écrits des auteurs anciens, d'Eschyle pour le monde grec ancien, et notamment de Verrius Flacus, pour le monde romain, qui mentionne précisément les Istriens et les Liburniens, deux peuples de l'Adriatique de l'Est, qui assembleraient leurs navires au moyen de cette fibre végétale. Concernant le sparte, évoqué par Homère, Pacuvius et Verrius Flacus, les vestiges archéologiques jusqu'à présent mis au jour révèlent l'usage de ce végétal, ou de l'alfa, employé dans les

confections des ligatures d'assemblage sur un navire d'origine punique, mais pour l'assemblage d'une pièce de superstructure, et sur un navire romain de l'Adriatique. Aucun des navires et bateaux cousus, ou présentant des assemblages par ligatures, d'origine grecque archaïque et classique retrouvés jusqu'à présent dans l'ensemble du bassin méditerranéen, ne montre en revanche l'emploi de ce végétal, alimentant ainsi la réflexion de Varron et de Pline concernant l'usage plus tardif du sparte. Seulement, sur la dizaine d'épaves grecques archaïques et classiques découvertes en Méditerranée, très peu ont pour le moment fait l'objet de déterminations de leurs ligatures d'assemblage et il est de ce fait difficile de véritablement mettre en perspective les propos de ces deux auteurs latins. De même, le fait que deux des navires cousus de l'Égypte ancienne découverts montrent l'usage de *Desmostachya bipinnata* pour leurs assemblages signifie-t-il que le papyrus n'était pas employé comme l'affirme Hérodote ? Et le fait qu'aucune ligature en chanvre n'ait été identifiée indique-t-il que cette fibre végétale n'était pas utilisée pour la réalisation des ligatures, comme le suggère Varron à propos du récit d'Homère ? Et le genêt que mentionne Pline ? Et les lanières de cuir dont Varron affirme que les Liburniens se servaient pour assembler leurs navires ? Les vestiges archéologiques apportent finalement bien peu de réponses à toutes ces interrogations. Sur une quarantaine d'épaves de bateaux cousus, ou présentant des assemblages par ligatures, seules treize d'entre elles ont en effet bénéficié d'une analyse pour la détermination de leurs ligatures d'assemblage[1118]. Or, seule une analyse systématique des ligatures retrouvées en place sur les épaves pour les assemblages des diverses structures pourraient permettre d'établir une étude rigoureuse et précise de cette question. En attendant, il est possible néanmoins d'aller un peu plus loin dans le défrichage de cette problématique en présentant les qualités et les usages reconnus de chaque matériau dont il a été fait mention ici, soit par les textes, soit par les vestiges archéologiques. Ce premier examen devrait ainsi permettre d'accéder à un stade préliminaire de l'étude, auquel il sera par la suite possible de se référer lorsque les analyses sur les ligatures d'assemblage retrouvées sur les vestiges archéologiques se développeront.

4. Analyse des matériaux possiblement employés pour la confection des ligatures

Le papyrus (*Cyperus papyrus* L.)

[1118] Ce nombre, d'une quarantaine d'épaves, est néanmoins à nuancer. En effet, dans la mesure où sur certaines de ces épaves, aucune ligature n'a été conservée en place ou étaient trop détériorées pour pouvoir être analysées, ou bien encore que ces assemblages par ligatures n'ont tout simplement pas été reconnus au moment de la fouille mais bien après, il faut certainement revoir ce potentiel d'épaves largement à la baisse.

Le papyrus (*Cyperus papyrus* L.) est une plante de la famille des Cypéracées, une famille de plantes herbacées vivaces, ou plus rarement annuelles (fig. 137). C'est une plante monocotylédone[1119] à longue racine rampante, à grosse tige nue, et dont les fleurs sont très petites. On rencontre ce végétal dans des milieux humides ou marécageux ; il était ainsi spontané en Égypte ancienne ou il poussait alors en grand nombre dans les marais du delta du Nil[1120].

Dans l'Antiquité, la tige de papyrus, outre son emploi pour la réalisation d'embarcations ou de papier, servait à la fabrication d'objets de vannerie (sandales, paniers *etc*.…) ainsi que pour la fabrication de cordes. La confection de cordes en papyrus est ainsi représentée sur les murs de certains tombeaux, tels que ceux de Deshasha datés de la V^{e} Dynastie (vers 2500-2350) ou de Dira'Abu el Naga à Thèbes, datés de la XVIII^{e} Dynastie (vers 1550-1069)[1121].

On ne dispose malheureusement d'aucune information concernant les qualités de résistance, notamment à la rupture[1122], et de durabilité d'une corde confectionnée en papyrus.

Le *Desmostachya bipinnata* L.

Le *Desmostachya bipinnata* (L.) Stapf. est une graminée[1123] pouvant atteindre un mètre de hauteur, avec des rhizomes rampants et épais (fig. 138). Elle se fait aussi appeler « alfa », mais se distingue de cette dernière par la présence de ligules, sortes de petites languettes situées au niveau de la corolle de ses fleurs[1124]. L'aire de répartition du *Desmostachya bipinnata* va de l'Afrique tropicale du Nord-Est (Égypte incluse) à l'Inde. Il croît en milieu humide, sur les bords du Nil, des canaux et des drains. Il est ainsi principalement confiné en Égypte à la zone qui est irriguée par le Nil et ses affluents ou aux bandes étroites des terres de désert qui encadrent les terres irriguées et sont donc influencées par leur taux d'humidité. Bien que des fleurs puissent être présentes tout au long de l'année, en Égypte, la saison principale de floraison a lieu en août et en novembre.

[1119] Les monocotylédones appartiennent à une classe de plante angiosperme dont la graine contient une plantule à un seul cotylédon et qui présente des feuilles aux nervures parallèles et des fleurs dont la symétrie est souvent d'ordre 3 (définition ***Le Petit Larousse Compact* 2003**).
[1120] Notice rédigée à partir de **Täckholm, Drar 1950**, p. 99 et **Boullard 1997**, p. 590.
[1121] **Täckholm, Drar 1950**, p. 177-118.
[1122] La résistance à la rupture d'un cordage est la force maximale appliquée sur un cordage pour provoquer sa rupture. Elle est exprimée en KgF (KilogrammeForce).
[1123] Les graminées appartiennent à la famille unique de l'ordre des Graminales. Les graminées sont des plantes monocotylédones herbacées, aux minuscules fleurs en épis, aux fruits riches en amidon, réduits à des grains, telle que les herbes des prairies et des savanes, le bambou, le roseau, la canne à sucre et les céréales (définition ***Le Petit Larousse Compact* 2003**).
[1124] Cette dénomination commune peut prêter à confusion car l'alfa est en réalité une graminée spécifique (*Stipa tenacissima* L.) (cf. § consacré au sparte).

Dans l'ancienne Égypte, cette plante était utilisée pour faire des sacs, des paniers, des ouvrages tressés, des nattes, des cordages *etc*. Les Égyptiens la considéraient vraisemblablement comme une plante sacrée[1125].

De même que pour le papyrus, on ne dispose d'aucune information concernant les qualités de résistance et de durabilité d'une corde confectionnée en *Desmostachya bipinnata*.

Le sparte : *Spartium junceum* L. (genêt d'Espagne), *Lygeum spartum* L. (alabardine) ou *Stipa tenacissima* L. (alfa) ?

Le problème du sparte, traduit littéralement du terme latin *« spartum »*, pose en réalité des problèmes d'identification. En effet, comme Magali Mingaud l'a parfaitement montré dans un article consacré au *spartum*, ce terme peut désigner plusieurs végétaux différents qui ont ce point commun que leurs fibres ou leurs tiges peuvent être utilisées en corderie, en sparterie et en vannerie[1126]. Ainsi le *spartum* est-il synonyme de *genista*, désignant le genêt d'Espagne, mais il est aussi synonyme de l'alfa et de l'alabardine, deux graminées[1127] très semblables.

Concernant le genêt d'Espagne (*Spartium junceum* L.), connu usuellement sous le nom de genêt, il s'agit d'un arbuste spontané typique de la flore méditerranéenne, présentant une tige ronde avec de petites feuilles et des fleurs en grappes terminales, de couleur jaune brillant (fig. 139)[1128]. Appelé *« genista »*, mais aussi *« spartum »*, en latin, on a vu que Pline rapporte qu'il servait aussi à faire des liens[1129] et que c'est peut-être ce végétal que semblait vouloir désigner Homère lorsque celui-ci évoque le mauvais état de la flotte achéenne dont les planches des navires ont pourries et les *σπάρτα* (*sparta*) se délitent (XXIV, 65). Pline, pour sa part, emploie les deux termes, *« genista »* et *« spartum »*, pour désigner le même arbuste et on comprend dès lors la confusion que pouvait générer, et ce dès l'Antiquité, l'emploi de ce dernier terme. De plus, le fait que ces deux espèces, sparte et genêt, aient pu avoir des propriétés communes en corderie ou en vannerie rend donc problématique l'identification précise du végétal employé dans certains textes techniques[1130]. Néanmoins, M. Mingaud montre qu'il est possible de déterminer à quelle espèce, genêt ou sparte, se rapporte le terme *« spartum »* lorsque celui-

[1125] Notice rédigée à partir de **Täckholm V. et Täckholm G. 1941**, p. 177-178 ; **Täckholm, Drar 1950**.
[1126] **Mingaud 1993**, p. 45.
[1127] Cf. *supra*, note n°1123.
[1128] **Bayer *et al.* 1990**, p. 58.
[1129] « en effet, le genêt […] et la ronce débarrassée de ses épines servent à lier » (XVI, 176). Traduction **André 1962**, CUF.
[1130] **Mingaud 1993**, p. 49.

ci est utilisé par un auteur ancien, notamment en s'appuyant sur la zone géographique à laquelle se rapporte le texte en question[1131].

Les autres acceptions du terme *« spartum »*, correspondant à l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) et l'alabardine (*Lygeum spartum* L.), posent en revanche un autre problème plus complexe puisque ces graminées, qui peuvent porter vernaculairement le même nom, celui de « sparte », présentent des caractéristiques très semblables, sont employées en sparterie de manière identique et se rencontrent, de surcroît, dans les mêmes zones géographiques, avec toutefois une plus large étendue pour l'alabardine. Celle-ci se rencontre en effet dans les steppes, surtout sur les sols salins ou argileux, dans le sud du bassin méditerranéen, en Espagne, en Sardaigne, en Italie du Sud et en Crète tandis que l'alfa a aussi pour zone d'habitat les steppes, les pâturages et les pinèdes, mais il se rencontre uniquement dans le sud de la péninsule ibérique, aux Baléares et en Afrique du Nord. Les Anciens, pourtant, savaient déjà différencier ces deux espèces. Pline les distingue en effet par leur taille et leur répartition : « celui d'Afrique est petit et sans usage. Le sparte croît dans une partie de la province de Carthagène, et encore pas dans toute cette région ; mais là où il pousse même les montagnes en sont couvertes »[1132] (XIX, 26). L'espèce la plus petite, auquel fait référence Pline, est l'alabardine, qui atteint les 80 cm (fig. 140), tandis que l'alfa peut atteindre les 1,50 m (fig. 141). Bien que l'alabardine ne soit pas « sans usage » comme le spécifie Pline, mais peut également être employée en sparterie de manière identique à l'alfa, M. Mingaud démontre que c'est bien à l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) que semble correspondre le vocable *« spartum »*, très fréquemment employé dans la littérature antique. L'alfa, qui prédomine de nos jours encore dans la région de Carthagène et dans le sud de l'Espagne, est en effet plus exploitable en corderie que l'alabardine car il fournit, de par sa taille, des fibres plus longues. De plus, les analyses des vestiges archéologiques provenant de la péninsule Ibérique le classent au premier rang des matériaux périssables mis au jour dans cette région.

M. Mingaud, à partir des textes et des vestiges archéologiques, fait ainsi le tour des usages que pouvait revêtir l'alfa (*spartum*) dans l'Antiquité, employé aussi bien en sparterie ou en corderie pour laquelle il était notamment très apprécié pour ses qualités d'imputrescibilité. Pline rapporte en effet qu'« il est inaltérable surtout dans l'eau et dans l'eau de mer. Hors de l'eau on préfère les cordes de chanvre, mais le sparte se nourrit même de l'eau, comme s'il se dédommageait de sa soif endurée sur le sol natal. C'est en effet de sa nature de se prêter aux réparations et, si vieux soit-il, de s'unir derechef à du

[1131] **Mingaud 1993**, p. 47-48.
[1132] Traduction **André 1964**, CUF.

sparte neuf »[1133] (XIX, 27). L'alfa était ainsi largement utilisé pour les gréements des navires[1134].

En ce qui concerne la récolte de l'alfa, qui se présente sous la forme d'une grande herbe très robuste pouvant atteindre deux mètres de hauteur, Pline y consacre un paragraphe entier et y décrit également le traitement que l'on devait lui faire subir avant son exploitation comme matière première artisanale :

> « Pour les autres emplois, on l'arrache péniblement à la main, en mettant des jambières et des gants de tissu et en l'enroulant autour de bâtonnets d'os ou de bois d'yeuse. Aujourd'hui, l'opération a lieu aussi bien jusqu'à l'hiver, mais elle est le plus facile des ides de mai à celles de juin. C'est l'époque de sa maturité.
> Après l'arrachage, on le laisse pendant deux jours en bottes disposées en meule avec une cheminée centrale ; le troisième jour on le délie, on l'étale au soleil et on le fait sécher, puis on le remet en bottes et on le rentre. On le fait ensuite rouir, de préférence dans l'eau de mer, mais aussi dans l'eau douce, si l'eau de mer manque ; on le fait sécher au soleil et on le mouille à nouveau. En cas de besoin immédiat, on l'arrose d'eau chaude dans une cuve et on le fait sécher debout, mais il dénonce l'économie de travail. On le bat pour le rendre utilisable… »[1135] (XIX, 27-28).

M. Mingaud, qui a commenté ce passage de manière détaillée, montre que cette description précise est en tous points identique à la technique de récolte et de traitement qui avaient encore cours dans le sud de l'Espagne au début du XX^{e} s., révélant ainsi la maîtrise technique acquise dès l'origine de ce type d'artisanat[1136].

L'alfa est par ailleurs une production typique des provinces ibériques, et plus particulièrement du sud-est de l'Espagne, dont on situe les débuts de l'exploitation dès le Néolithique et le développement du commerce en Méditerranée dès le VI^{e} s. av. J.-C. avec la conquête carthaginoise du sud de la péninsule ibérique. Dès la seconde guerre punique, les Romains à leur tour, percevant l'intérêt de ce matériau, continuèrent d'en faire le commerce. Ainsi, l'alfa, au moins dès l'époque de Caton (première moitié du II^{e} s. av. J.-C.), était exporté jusqu'en Italie. Varron fait également mention, dans un texte rapporté par Aulu-Gelle, de l'introduction du sparte en Grèce sans toutefois en préciser l'époque,

[1133] Traduction **André 1964**, CUF.
[1134] **Mingaud 1993**, p. 51.
[1135] Traduction **André 1964**, CUF.
[1136] **Mingaud 1993**, p. 54-56.

spécifiant seulement que ce fut bien après les récits d'Homère (Varron, *Antiquités humaines*, 25 dans Aulu-Gelle, *Les Nuits Attiques*, XVII, 3). Dans l'Antiquité, l'alfa est ainsi un enjeu commercial d'importance pour l'Espagne et selon M. Mingaud, le sparte semble avoir été à l'Espagne ce que le papyrus était à l'Égypte : une source de revenus importante et l'objet d'une exportation massive en Méditerranée[1137].

Concernant les qualités de ce végétal, si l'alfa est réputé être imputrescible, il semble aussi être résistant, comme l'a montré la construction du **modèle d'étude de Comacchio**. Pour autant, je n'ai malheureusement pu trouver aucune donnée précise concernant la force de résistance d'une corde réalisée en alfa.

Le lin (*Linum usitatissimum* L.)

Le lin est une plante herbacée annuelle de la famille des Linacées, du genre *Linum*. Haut de 60 à 80 cm, très médiocrement enraciné (le lin s'arrache, il ne se coupe pas), porteur de feuilles alternes et étroites, le lin se pare de fleurs bleues, roses ou blanches selon les variétés. Parmi les diverses espèces de lins, le *Linum usitatissimum*, à fleurs bleues et à tiges les plus longues, est le seul à être véritablement utilisé (fig. 142). Originaire d'Asie, le lin est distribué sur le pourtour du bassin méditerranéen, principalement sur les sols sablonneux et argileux, voire limoneux, profonds et bien irrigués, le *Linum usitatissimum* est cultivé depuis le Néolithique autant comme plante textile qu'en qualité de plante oléagineuse. Les fibres contenues dans sa tige, dont les qualités premières sont la résistance et la durabilité, servent en effet à la réalisation de textile, mais aussi de liens, et ce, depuis la plus haute Antiquité[1138]. Des fils de lin ont ainsi été retrouvés dans des sarcophages égyptiens datant de 4500 ans av. J.-C.[1139].

Concernant les qualités d'un cordage réalisé en lin, une cordelette en lin de 0,8 mm de diamètre présente une résistance importante à la rupture de 9 KgF[1140]. Elle est en revanche peu élastique[1141].

Le *Ruscus hypoglossum* L. ou *Ruscus hypophyllum* L.

Le *Ruscus hypoglossum* et le *Ruscus hypophyllum* sont des plantes vivaces à tiges ligneuses qui font partie de la famille des Liliacées, une famille de plantes

[1137] **Mingaud 1993**, p. 60-66.
[1138] Notice rédigée à partir de **Brossard 1969**, p. 25 ; **Heywood 1996 (dir.)**, p. 207-208 et **Boullard 1997**, p. 470.
[1139] **Brossard 1969**, p. 25.
[1140] Cette mesure était celle indiquée sur le rouleau de cordelette en lin acheté pour la construction du modèle d'étude de Nin.
[1141] **Brossard 1969**, p. 36.

monocotylédones[1142]. Il s'agit d'une plante vivace à feuille persistante, ou arbuste. Le *Ruscus hypoglossum*, aussi appelé « herbe aux langues », « double-langue » *etc*., peut atteindre les 40 cm de hauteur et ses fleurs sont verdâtres, disposées en bouquets (fig. 143). On le trouve dans les forêts de caducifoliées et les broussailles, de l'Italie jusqu'à la Turquie, sauf en Crète et à Chypre. Le *Ruscus hypophyllum* est similaire mais c'est une plante plus grande, pouvant atteindre jusqu'à 70 cm de hauteur (fig. 144). Sa répartition est différente et on le trouve dans les forêts du sud et de l'est de l'Espagne, dans le sud-est de la France, dans le nord-ouest de l'Afrique ainsi que dans le sud-est de la Sicile[1143]. Par conséquent, dans la mesure où le navire ***Ma'agan Mikhael***, sur lequel l'un ou l'autre de ce végétal a été employé pour la confection des ligatures d'assemblage, a été construit en Ionie, sur les côtes de la Turquie actuelle (cf. les sources archéologiques, p. 224), le végétal employé est sans doute le *Ruscus hypoglossum*.

Concernant les qualités de résistance de ce végétal, l'équipe de fouille de l'épave ***Ma'agan Mikhael*** a effectué une expérience pour mesurer la force de résistance d'une telle ligature. Néanmoins, s'ils ont bien employé, pour la construction de leur modèle expérimental, une ligature de 3,5 mm de diamètre correspondant aux dimensions données par les vestiges archéologiques, il semble que cette ligature n'était pas confectionnée en *Ruscus hypoglossum* ni en *Ruscus hypophyllum*[1144]. Leur résultat, qui concerne donc plus le type de ligature (un toron de 3,5 mm de diamètre) que le matériau employé pour la confection de la ligature, ne peut donc pas être pris en compte ici. Par conséquent, nous ne disposons d'aucune information concernant les qualités de résistance et de durabilité du *Ruscus hypoglossum*.

Le chanvre (*Cannabis sativa* L.)

Le chanvre (*Cannabis sativa* L.) est une grande plante annuelle de 2,50 m de hauteur, à tige rigide, à feuillage palmé, fortement odorant, et à petites fleurs verdâtres (fig. 145). Originaire de l'Asie centrale ou méridionale, c'est une plante qui pousse dans des terrains alluviaux riches et que l'on trouve sur l'ensemble du pourtour méditerranéen. La végétation est rapide, de l'ordre de quatre mois.

La plante dans son ensemble (tiges) est utilisée comme source de fibres textiles. Le rouissage, nécessaire pour dissocier les fibres, se fait généralement lorsque les pieds sont encore en fleurs, ce qui fait que l'on peut mettre en évidence par analyse pollinique les lieux consacrés à cet usage[1145].

[1142] Cf. *supra*, note n°1119.
[1143] Notice rédigée à partir de **Bonnier 1931**, p. 99 et **Blamey, Grey-Wilson 2000**, p. 484.
[1144] **Kahanov dans Black (ed.) 2003**, p. 70.
[1145] Notice rédigée à partir de **Bonnier 1931**, p. 30 ; **Boullard 1997**, p. 169 et **Blamey, Grey-Wilson 2000**, p. 36.

Les fibres de chanvre, employées pour les confections des cordages, permettent d'obtenir des cordes d'une finesse et d'une souplesse relativement faibles, inférieures à celles du lin, mais d'une résistance à la traction supérieure à celui-ci[1146]. En revanche, sa durabilité, au contact de l'eau, est médiocre et la corde de chanvre pourrit rapidement si elle reste humide durant longtemps, ce qui explique qu'elle n'était vraisemblablement pas employée dans le domaine maritime, comme l'indique Pline (cf. « hors de l'eau on préfère les cordes de chanvre » XIX, 27).

L'aubier provenant de résineux ou de feuillus

L'aubier correspond à la partie jeune du tronc et des branches d'un arbre, située à la périphérie, sous l'écorce, et est constitué par les dernières couches annuelles de bois encore vivantes[1147], c'est ce qu'on appelle la partie fonctionnelle du bois. À partir de l'aubier provenant aussi bien de résineux que de feuillus, les sources archéologiques montrent que les Anciens tiraient de longs filaments dont ils faisaient des ligatures (cf. ***Cap Béar 3***, ***Dramont C***, ***Barthélemy B*** et ***SM24***). Des cordes très résistantes, mais pour lesquelles on ne dispose d'aucune donnée concernant leur résistance à la rupture, pouvaient également être confectionnées à partir de l'aubier. Ainsi, au *Viking Ship Museum* de Roskilde (Danemark), un cordier professionnel, Ole Magnus, travaille en effet les filaments provenant de tilleul pour en faire des cordes qui serviront dans les gréements des répliques navigantes de bateaux vikings (fig. 146).

L'« écorce jaune de saule »

Les auteurs de la fouille des **épaves de Nin** indiquent que les ligatures végétales d'assemblage de ces navires ont été réalisées soit en lin, soit en « écorce jaune de saule »[1148]. Concernant cette deuxième possibilité, il s'agit probablement du saule pleureur (*Salix babylonica* L.) dont l'écorce est jaune et que l'on trouve sur tout le pourtour du bassin méditerranéen[1149]. Certaines fibres d'écorce d'arbre peuvent en effet être utilisées pour fabriquer des nattes, des cordages ainsi que des paniers[1150]. En revanche, est-ce que les anciens ont utilisé des fibres d'écorce, et notamment d'écorce de saule, pour réaliser

[1146] Cf. **Brossard 1969**, p. 43.
La résistance à la rupture pour une cordelette en chanvre de 4 mm de diamètre est en effet de 130 KgF, pour une cordelette de 6 mm de diamètre, elle est de 285 KgF, pour une cordelette de 8 mm de diamètre, elle est 450 KgF et pour une cordelette de 10 mm de diamètre, elle est de 700 KgF. Données tirées du site Internet **http://www.cordalpes.com** (consultation en oct. 2004).
[1147] Définition ***Petit Larousse compact* 2003**.
[1148] **Brusić et Domjan 1985**, p. 77.
[1149] **Baraton 2003**, p. 107.
[1150] C'est notamment le cas des baobabs en Afrique (cf. **Baraton 2003**, p. 21).

des cordages ? Nous n'en avons jamais trouvé, à ma connaissance, de témoignages et sans doute faut-il comprendre, lorsque Z. Brusić et M. Domjan parlent d'« écorce jaune de saule » que les anciens ont utilisé des filaments d'aubier provenant d'un saule à écorce jaune, c'est-à-dire d'un saule pleureur, pour confectionner leurs ligatures d'assemblage.

Les lanières de cuir

Bien qu'aucun fragment de lanières en cuir, dont Varron affirme que les Liburniens se servaient pour assembler leurs navires, n'ait été retrouvé sur les épaves antiques de bateaux cousus, celles-ci peuvent en effet être utilisées dans l'assemblage des pièces de bateaux. Sur les pinasses du Mali, qui sont de grandes pirogues de transport présentant encore des points d'assemblage par ligatures pour la liaison de leurs fargues, les ligatures sont en effet réalisées en peaux ou en nerfs de bœuf tressés ensemble[1151]. Par ailleurs, M. Gerne indique, pour les assemblages des premières charpentes en bois, remontant au Néolithique, que les premiers assemblages étaient réalisés en ligatures en cordes ou en lanières de cuir[1152]. L'influence et l'interaction entre charpenterie et construction navale tendent ainsi à confirmer l'emploi, dans l'Antiquité, de lanières de cuir pour l'assemblage des navires.

Concernant les qualités de résistance et de durabilité des cordages fabriqués en lanières de cuir, nous ne disposons d'aucune donnée.

Conclusion sur les matériaux possiblement employés pour la confection des ligatures d'assemblage

Les matériaux vraisemblablement employés pour la confection des ligatures d'assemblage dans l'Antiquité sont donc soit d'origine végétale soit, et c'est le moins commun, d'origine animale. En réalité, s'il est certain que tous les matériaux considérés ici ont bien été employés dans l'Antiquité pour la fabrication de cordages, cela ne signifie pas pour autant, en raison notamment de la qualité de durabilité de ces matériaux, qu'ils aient été tous employés comme ligatures d'assemblage.

Pour résumer, bien que le papyrus ne soit pas attesté, pour le moment, par les sources archéologiques, et qu'on ne connaisse pas en outre ses qualités de résistance et de durabilité, le témoignage d'Hérodote, mais aussi les sources iconographiques, paraîssent suffisants pour affirmer que ce végétal était employé pour la confection de ligatures d'assemblage. En effet, dans la mesure où il s'agit d'une ressource végétale essentielle de

[1151] Information communiquée par M. Dominique Linossier, Ingénieur agronome travaillant régulièrement au Mali.
[1152] **Gerne 1995**, p. 22.

l'Égypte ancienne qui l'employait notamment pour fabriquer des cordages, il paraît fort probable qu'il ait pu avoir le même usage que celui attesté pour le *Desmostachya bipinnata* employé dans la coque du **navire de Chéops** et celle du **navire présumé de Licht**. Concernant l'emploi du sparte, et plus précisément de l'alfa, il semble que Varron et Pline aient eu raison de le rejeter des usages du monde grec ancien puisqu'on a vu que ce végétal, produit et exploité presque exclusivement dans le sud de la péninsule ibérique, n'est introduit timidement dans l'ensemble de la Méditerranée qu'à partir du VI^{e} s. av. J.-C. et avec un développement véritable de son commerce qu'au début de l'Empire. Ainsi les « spartes » des navires de la flotte achéenne, auxquels fait référence Homère, pourraient peut-être correspondre, comme le suggère Pline, à des ligatures réalisées avec des fibres de genêt, parfois appelé *« spartum »* en latin, et dont l'espèce est endémique à l'ensemble du bassin méditerranéen. Avec sa commercialisation dans l'ensemble de l'empire, l'alfa, sera alors seulement largement employé, en raison notamment de ses qualités d'imputrescibilité, pour la confection des cordages et notamment des cordages de marine. Selon Pline, il s'agirait néanmoins des cordages correspondant aux gréements des navires et non aux ligatures d'assemblage qui sont, d'après lui, exclusivement réalisés en lin. **Le navire de Comacchio**, daté de l'époque augustéenne, témoigne cependant, avec des ligatures d'assemblage confectionnées en alfa, de l'inverse. On ne dispose malheureusement d'aucune indication sur les qualités de résistance de ce végétal. Le lin, dont l'emploi pour la confection de ligatures d'assemblage est reconnu de manière unanime par les auteurs anciens et dont témoignent les navires grecs archaïques ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***, et vraisemblablement **les navires romains de Nin**, permet de confectionner des ligatures résistantes et durables, mais cependant peu élastiques. Les fibres de *Ruscus hypoglossum* sont attestées, pour la confection des ligatures d'assemblage, sur le navire grec classique ***Ma'agan Mikhael***. On ne connaît cependant pas les qualités de résistance et durabilité d'une ligature confectionnée avec un tel végétal. Le chanvre, ensuite, bien qu'il soit avéré qu'on en faisait des cordages dès l'Antiquité, comme l'atteste Pline ou Varron, n'a vraisemblablement jamais été employé pour la confection des ligatures d'assemblage comme le suggérait Varron à propos de la flotte achéenne. En effet, bien que les fibres de chanvre permettent d'obtenir des cordes d'une grande résistance, supérieure à celle du lin, elles ont néanmoins l'inconvénient de pourrir rapidement au contact de l'eau. C'est pour cela que Pline indique justement que les cordes de chanvre sont utilisées hors de l'eau (XIX, 27). Les filaments d'aubier, provenant soit de résineux soit de feuillus et dont les bateaux ***Cap Béar 3***, ***Dramont C***, ***Barthélemy B*** et ***SM24***, et possiblement ***Nin 1*** et ***Nin 2***, attestent, permettaient également de confectionner des ligatures d'assemblage résistantes. La durabilité de ces matériaux n'est pas connue, mais dans la mesure où ils étaient employés, pour les bateaux ***Cap Béar 3***, ***Dramont C***, ***Barthélemy B*** et ***SM24***, pour des assemblages internes aux pièces de membrure et de bordé, cette qualité n'était pas primordiale. Enfin, le cuir ou les nerfs d'animaux,

vraisemblablement de bœufs, pouvaient également être employés dans la construction navale antique, comme l'indique Varron. On ne sait cependant pas quelles pouvaient être les qualités de résistance et de durabilité d'une telle ligature confectionnée à partir de ces matériaux d'origine animale.

Ainsi, excepté le chanvre, de nombreuses fibres végétales, provenant de plantes herbacées, d'arbustes et d'arbres, étaient employées pour la confection des ligatures d'assemblage dans la construction navale antique. Il s'agissait assurément d'espèces disponibles, puisque toutes sont plus ou moins réparties sur le pourtour du bassin méditerranéen et que l'alfa, notamment, faisait l'objet d'un commerce intense dans l'ensemble de la Méditerranée sous l'Empire romain. Concernant les qualités de ces différents matériaux, si l'on sait, de manière assurée, que les cordages en lin sont résistants et durables et que l'alfa est réputé être imputrescible, on ne dispose, en revanche, d'aucune indication pour les autres végétaux qui nous permettrait de faire des comparaisons plus tangibles entre les ligatures employées pour les assemblages. L'emploi de matériaux d'origine animale (cuir ou nerfs – de bœufs ?), pour la confection de ligatures d'assemblage, est en revanche vraisemblablement plus singulier et on peut se demander si ce choix est le fait de certains peuples, tels que les Liburniens, ou de problèmes d'approvisionnement en végétaux. Dans la mesure où la plupart des végétaux considérés dans ce chapitre sont répartis généreusement sur l'ensemble du bassin méditerranéen, la première hypothèse semble être la plus convaincante et mériterait d'être approfondie pour en trouver les raisons et les origines.

<u>BIBLIOGRAPHIE DE RÉFÉRENCE pour l'étude des végétaux employés pour la confection des ligatures d'assemblage</u> :

BARATON A.
2003, *Le monde des écorces*, Éditions du Rouergue, Parc-Saint-Joseph.
BAYER E., BUTTLER K. P., FINKENZELLER X. et GRAU J.
1990, *Guide de la flore méditerranéenne*, Delachaux et Niestlé, Paris.
BLAMEY M. et GREY-WILSON C.
2000, *Toutes les fleurs de Méditerranée. Les fleurs, les graminées, les arbres et arbustes*, Éditions Delachaux et Niestlé, Paris.
BONNIER G.
1931, *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique*, Ministère de l'Éducation Nationale, Librairie Générale de l'Enseignement, Paris.
BOULLARD B.
1997, *Plantes et Champignons*, Éditions Estem, Paris.

BROSSARD I.
1969, *Technologie des textiles*, Dunod, Paris (2e éd.).
HEYWOOD V. H. (DIR.)
1996, *Les plantes à fleurs. 306 familles de la flore mondiale*, Éditions Nathan, Paris.
JANVILLE P. de
1902 : *Atlas de poche des plantes utiles des pays chauds les plus importantes pour le commerce*, Bibl. de poche du naturaliste, n° XII, Klincksieck P., Paris.
MINGAUD M.
1993, *Spartum*, dans Amouretti M.-Cl. et Comet G. (dir.), *Des hommes et des plantes. Plantes méditerranéennes, vocabulaire et usages anciens, table ronde Aix-en-Provence mai 1992*, Cahier d'histoire des techniques, 2, Université de Provence, Aix-en-Provence, p. 45-69.
TÄCKHOLM V.
1974, *Student flora of Egypt*, Cairo University (2nde éd.).
TÄCKHOLM V. et DRAR M.
1950, *Flora of Egypt, Vol. II. Angiospermae, part Monocotyledones: Cyperaceae – Juncaceae*, Bulletin of the Faculty of Science n°28, Fouad I University, Cairo.
TÄCKHOLM V. et TÄCKHOLM V. G.
1941, *Flora of Egypt, Vol. I. Pteridophyta, gymnospermae and angiospermae, part monocotyledones: typhacae – graminae*, Bulletin of the Faculty of Science n°17, Fouad I University, Cairo.

5. Différences et avantages des différents types de ligatures employés pour les assemblages

Une ligature qui se présente sous la forme d'une bande plate tressée est réalisée à partir de multiples brins entrecroisés entre eux dans des directions opposées pour former une véritable sangle. À l'inverse, une ligature se présentant sous forme de toron est réalisée à partir de deux brins au minimum qui sont tordus ensemble, dans le même sens ; tandis qu'une ligature se présentant sous forme de tresse est réalisée par trois brins au minimum ou, pour un nombre de brins supérieur, par un multiple de trois, qui sont entrecroisés entre eux dans des directions opposées.

Comment établir, à partir de là, les avantages de chacune de ces ligatures, et leur adaptation à tel ou tel système d'assemblage ?

Commençons d'abord par le toron et la tresse. D'après H. Guiot, ethnographe, il semble difficile d'établir une relation entre les qualités de la ligature désirée et le mode d'assemblage des fibres, bien que pour une dimension égale, une ligature toronnée serait, selon elle, vraisemblablement plus résistante qu'une ligature tressée[1153]. À propos de la réalisation de mouillages destinés à la pêche côtière, un travail d'ingénierie sur la

[1153] **Guiot 1997**, p. 367.

résistance des cordages indique cependant que le fait qu'un cordage soit tressé ou toronné ne modifie pas sa résistance à la rupture. Selon leur expérience, deux cordages de même diamètre et de même poids, réalisés dans le même matériau, l'un tressé et l'autre toronné, auront en effet des résistances à la rupture identiques[1154]. Il est en probablement de même pour les ligatures d'assemblage.

Quelles sont, alors, les différences essentielles entre un toron et une tresse et y a-t-il un choix, de la part des constructeurs, de réaliser un assemblage avec l'un ou l'autre type de ligature ?

Revenons aux cordages pour tenter de répondre à cette interrogation. Selon cette même étude effectuée en rapport avec la réalisation de mouillages, un cordage tressé, s'il présente la même résistance à la rupture qu'un cordage toronné de même dimension et réalisé dans le même matériau, va en effet présenter des propriétés différentes de celles d'un toron qui vont notamment influer sur la durée de vie du cordage. Les cordages toronnés présentent en effet des inconvénients importants. La caractéristique la plus gênante de ces cordages est sans doute leur tendance à se "détoronner" et à former des coques, c'est-à-dire une protubérance des brins déformant le cordage à certains endroits, une seule coque pouvant alors réduire de 30% la résistance du cordage. À l'inverse, les avantages des cordages tressés sont multiples. D'une part, les brins qui constituent la tresse s'entrecroisant et étant orientés dans des directions opposées, le cordage ne peut ainsi ni se "détoronner" ni former des coques. D'autre part, les cordages tressés n'ont pas tendance à se tordre, comme c'est souvent le cas pour les cordages toronnés.

Pour les cordages, les tresses présentent ainsi des avantages plus appréciables que les torons. En est-il de même pour les ligatures d'assemblage ? Selon H. Guiot, la ligature toronnée présente l'avantage d'être plus flexible et de pouvoir être plus fine. Quant à la ligature tressée, elle possède une surface plate et large et ne glisse pas facilement lorsqu'elle est enroulée sur elle-même et peut, en outre, s'allonger plus facilement même si elle a tendance à s'effilocher en surface[1155]. L'expérimentation a cependant montré, avec la construction du **modèle d'étude de Nin**, qu'il était possible de confectionner des tresses d'assemblage très fines, de l'ordre de 2,5 mm de largeur, et donc très flexibles (cf. *supra*, p. 550). Il est vrai, en revanche, que les tresses, avec leur surface plate et large, ne glissent pas facilement et qu'elles sont de ce fait très appréciables pour la réalisation des points d'assemblage par ligatures externes pour la fixation de la membrure au bordé (cf. *supra*, le **modèle d'étude de Comacchio**, p. 540). Quant à l'effilochage des ligatures, celui-ci est, d'après l'expérience que l'on a pu en avoir avec la construction des divers modèles d'étude, plus fonction du matériau employé pour la confection des ligatures – le

[1154] Cf. site Internet http://www.spc.org.nc/coastfish/Fishing/FAD2_F/Cordages.pdf (consultation en oct. 2004).
[1155] **Guiot 1997**, p. 367.

chanvre ayant plus tendance à s'effilocher que l'alfa ou le lin – que du type de ligature employé, toron ou tresse.

Finalement, il semble, en fonction de tous ces éléments, que les tresses sont plus adaptées pour l'assemblage des membrures au bordé car celles-ci présentent une surface d'assemblage, qu'elle soit externe ou interne aux pièces de membrures, plus grande que pour l'assemblage des virures entre elles. La tresse aura ainsi tendance à moins glisser qu'un toron et adhérera mieux à la surface contre laquelle elle effectuera son ou ses passages. D'autre part, en cas de relâchement de la ligature, la tresse, contrairement à un toron, n'aura pas tendance à se "détoronner" et à former des coques, affaiblissant ainsi la résistance à la rupture de la ligature. À l'inverse, le toron, plus facile et plus rapide à exécuter qu'une tresse, sera parfaitement adapté à l'assemblage des bordés, notamment dans le cas de systèmes longitudinaux et de points d'assemblage indépendants. D'une part parce que l'assemblage des virures entre elles, selon ces deux systèmes, offre une surface d'assemblage très petite entre les canaux de passage ; il n'y a donc pas de problème de glissement de la ligature. Et d'autre part, dans les systèmes d'assemblage par ligatures continus dans lesquels la ligature effectue plusieurs "transfilages", la ligature a moins de chance de se relâcher que pour un point d'assemblage par ligature externe réalisé pour la fixation de la membrure, et les phénomènes de "détoronnage" sont alors moins à redouter dans ce cas.

Très peu d'exemples archéologiques permettent de véritablement valider cette hypothèse, mais les ligatures qui ont pu être observées sur dix épaves montrent essentiellement l'emploi de torons pour l'assemblage des bordés, avec un seul exemple de l'emploi d'une tresse (cf. ***Nin 1*** et ***Nin 2***) et au contraire, essentiellement l'emploi de tresses pour l'assemblage des membrures, avec seulement trois exemples de l'emploi de torons pour ces assemblages (cf. ***Chéops***, ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***). Dans tous les cas, l'important, selon Coates, semble que la ligature d'assemblage du bordé, qu'elle soit plate ou de section ronde, soit composée de plusieurs brins de façon à résister à la rupture, lorsqu'elle est tendue, sur les côtés tranchants des bords des canaux de passage[1156].

Concernant la ligature se présentant sous forme de bande plate et tressée, celle-ci possède, encore bien plus que la ligature se présentant sous forme de tresse, une grande surface de contact avec les éléments à assembler. Elle ne présente donc pas non plus les inconvénients du "détoronnage" et résiste mieux, en cela, à la rupture. Difficilement imaginables dans la mise en œuvre d'un assemblage d'une pièce de membrure, ce type de ligature est au contraire parfaitement adapté, pour le bordé, à un système d'assemblage par ligatures transversales pour lequel un seul "transfilage" de la ligature est effectué d'un

[1156] **Coates 1985**, p. 15.

bord à l'autre de la coque et où la ligature est passée au travers de larges mortaises, couvrant par ailleurs pratiquement la moitié de la largeur de chaque face interne des virures. On retrouve ainsi une bande plate et tressée employée dans le système d'assemblage par ligatures transversales du **bateau égyptien de la fosse n°10 d'Abydos**, tandis que pour un même système d'assemblage employé sur **le navire de Chéops**, un ensemble de ligatures se présentant sous forme de torons est employé. D'après ce qui vient d'être développé, on peut supposer que ces torons sont probablement moins bien adaptés à ce système d'assemblage que les bandes plates et tressées d'assemblage.

S'appuyant sur des données reposant notamment sur la réalisation de cordages employés comme mouillage par des pêcheurs côtiers, mais aussi en partie sur l'expérimentation qui a pu en être faite, la détermination des avantages relatifs de tel ou tel type de ligature reste néanmoins encore à confirmer de manière plus formelle, notamment avec la découverte de nouvelles épaves présentant des assemblages par ligatures, mais aussi avec la mise en place d'une expérimentation cohérente et formelle portant sur cette problématique précise.

6. Conclusion sur les types de ligatures et les matériaux employés pour leur confection

L'objectif de cette partie, qui était de s'intéresser aux différents types de ligatures et aux matériaux employés pour leur réalisation pour en déterminer les qualités et les performances, et donc de voir leur adaptation à tel ou tel système d'assemblage, n'aboutit malheureusement pas aux résultats escomptés. Si l'on a pu montrer, en effet, qu'un grand nombre de végétaux, à l'exception du chanvre, pouvait être employé pour la confection de ligatures, de même que des matériaux d'origine animale (lanières de cuir), très peu d'informations ont en revanche pu être recueillies sur les qualités de ces différents matériaux et leur adaptation à leur utilisation. De même, si l'examen des différents types de ligatures montre qu'une tresse sera vraisemblablement plus adaptée à l'assemblage d'une pièce de membrure qu'un toron et, qu'inversement, un toron sera satisfaisant pour l'assemblage d'un bordé dans le cas d'un système longitudinal, tandis qu'une bande plate et tressée sera plus adaptée dans le cas d'un système d'assemblage transversal, cela reste encore bien insuffisant. Ces carences sont notamment dues à l'insuffisance des analyses effectuées sur les ligatures provenant des vestiges archéologiques, et à leurs observations, mais aussi au manque de données concernant les propriétés de tel ou tel matériau employé pour la confection des ligatures, empêchant ainsi l'établissement de fiches signalétiques complètes les concernant.

Finalement, seule la mise en place d'un protocole d'étude rigoureux permettrait de tester, sur des sections de bois identiques, l'ensemble des matériaux employés pour la

confection de ligatures de même type et de même diamètre ou largeur, en mesurant notamment la force de résistance de chacune de ces ligatures. Pour des questions évidentes de temps et d'organisation, il n'a malheureusement pas été possible de mettre en place un tel programme d'étude dans le cadre de cette thèse. Ce projet s'inscrit donc dans les futures pistes de recherche à exploiter.

B. Les matériaux d'étanchéité

En relation avec les assemblages par ligatures et l'analyse, notamment, de leur durabilité, il est intéressant de voir, à présent, quels sont les matériaux employés pour assurer l'étanchéité du système. Pour les assemblages du bordé, il peut s'agir soit de matériaux d'étanchéité disposés entre les virures avant leur assemblage et tenus en place par des lattes de section semi-circulaire, soit, plus simplement de rouleaux d'étanchéité disposés le long des joints de virures réunies. Également liées à l'étanchéité, les petites chevilles ou les gournables de blocage servent également, aussi bien dans les systèmes d'assemblage par ligatures du bordé que dans les systèmes d'assemblage par ligatures de la membrure, à obturer les canaux de passage de la ligature.

1. Les matériaux d'étanchéité disposés entre les cans des bordages, en relation avec des lattes de section semi-circulaire

Sur les navires dont les bordés sont assemblés au moyen de ligatures et qui présentent des lattes de section semi-circulaire disposées sur les joints de virures, un matériau d'étanchéité, comme dans les *ghe-nôc* vietnamiens (cf. *supra*, p. 477), est nécessairement disposé entre les cans des virures avant leur réunion pour assurer leur étanchéité, les lattes ayant alors pour fonction de tenir ces matériaux en place. Cette technique d'étanchéité, dans laquelle le matériau est disposé sur les cans des virures avant leur assemblage, est appelée « lutage »[1157]. On retrouve ce dispositif employé essentiellement sur des bateaux et des navires égyptiens, sur **le bateau n°10 de la fosse d'Abydos** ainsi que **sur le navire de Chéops**. On le retrouve également vraisemblablement employé sur **les petits navires romains de Nin**, découverts sur la côte orientale de l'Adriatique. Sur **le bateau d'Abydos**, il s'agit de liasses de roseaux disposées entre les cans des virures et tenues en place par des lattes en bois de section semi-circulaire. Sur **le navire de Chéops**, le matériau n'a pas été identifié tandis que les lattes sont également en bois de section semi-circulaire. Sur **les navires de Nin**, aucun

[1157] Cf. **Arnold 1992 b**, p. 86-87.

matériau d'étanchéité n'a non plus été identifié tandis que les lattes de section semi-circulaire sont issues d'une tige de plante grimpante, du genre clématite comme celle que nous avons employée pour la construction du **modèle d'étude de Nin** (cf. *supra*, p. 550).

Outre le rôle d'étanchéité joué par le matériau disposé entre les cans des virures avant leur réunion, celui-ci participe également, notamment dans le système d'assemblage de type longitudinal, à amplifier le « coefficient de friction » entre les bordages cousus au cours de la navigation. Cet effet de friction, auquel s'est intéressé J. F. Coates, permet tout simplement de réduire les phénomènes de glissement des bordages les uns contre les autres et participe ainsi, en protégeant les ligatures de l'usure et plus particulièrement du cisaillement, à la cohésion de l'ensemble de la structure[1158]. De même, les lattes disposées le long des joints de virure permettent également d'atténuer les phénomènes de cisaillement de la ligature en modifiant leur angle de passage à la sortie des canaux de passage. Ils servent aussi d'amortisseurs pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subit une déformation au cours de la navigation.

2. Les rouleaux d'étanchéité

Sur les autres bateaux grecs et romains présentant un assemblage de leurs bordés au moyen de ligatures, ce ne sont pas des lattes qui sont employées, mais des rouleaux d'étanchéité disposés directement sur les joints de virures et sans relation avec un quelconque matériau d'étanchéité disposé entre les cans des virures, le rouleau assurant lui-même l'étanchéité du système. Il s'agit le plus souvent de rouleaux de tissus, en lin pour **les navires grecs archaïques *Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** ou en laine pour **le navire de Comacchio**, remplis de matériaux végétaux, des fibres de tilleul pour **le navire de Comacchio**. Comme les lattes précédemment employées, ces rouleaux permettent également d'atténuer les phénomènes de cisaillement de la ligature en modifiant leur angle de passage à la sortie des canaux et ils servent aussi, au cours de la navigation, d'amortisseurs pour la couture. Par ailleurs, bien que dans ce système d'étanchéité aucun matériau, du type étoupe, n'ait été placé entre les cans des virures avant leur réunion, il est néanmoins fort probable, comme nous le montrent les exemples ethnographiques, qu'une substance résineuse était répandue le long des cans des virures. Cette substance permettait ainsi de renforcer l'adhérence des pièces entre elles et d'augmenter de ce fait le « coefficient de friction » entre les bordages cousus au cours de la navigation, prévenant ainsi également les phénomènes de cisaillement.

3. Les petites chevilles ou gournables de blocage

[1158] **Coates 1985**, p. 16-17.

Les petites chevilles et les gournables de blocage sont employées aussi bien dans les systèmes d'assemblage par ligatures du bordé que dans les systèmes d'assemblage de la membrure. On les rencontre néanmoins seulement dans l'ensemble des bateaux grecs et romains du monde méditerranéen et non dans les navires et bateaux de l'Égypte ancienne.

Les matériaux, employés pour la confection des petites chevilles de blocage sont divers, en olivier (*Olea europa* L.) pour **les navires grecs *Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***, en sapin blanc (*Abies alba* Mill.) pour **le navire grec *Grand Ribaud F***, en tiges de graminées pour **le navire grec *Ma'agan Mikhael***, en frêne (*Fraxinus excelsior* L.), en cornouiller (*Cornus mas* L.) ou en tilleul (*Tilia cordata* Mill.) pour **le navire romain de Comacchio** (pour l'assemblage du bordé) et enfin en cyprès (*Cupressus sempervirens* L.) pour **le bateau romain *Corte Cavanella 2***.

La diversité des essences employées pour la confection de ces petites chevilles, employant aussi bien des essences dures et durables (olivier, cyprès) que des essences élastiques à la durabilité médiocre (sapin blanc, frêne), voire qui ne sont que très rarement (cornouiller, tilleul) ou même jamais (tiges de graminées) employées dans la construction navale antique[1159], tendrait à montrer, *a priori*, que la fonction essentielle de ces éléments serait d'obturer les canaux de passage des ligatures. Leur désignation, comme « chevilles de blocage » est néanmoins tout à fait justifiée. Employées au moment de la réalisation de l'assemblage pour maintenir la tension exercée sur la ligature à sa sortie du canal (cf. *supra*, les sources ethnographiques et l'archéologie expérimentale), elles permettent également, une fois l'assemblage entièrement réalisé, de bloquer la ligature, de manière ponctuelle, dans l'ensemble de ses canaux de passage. Comme l'a montré Coates, ces blocages ponctuels de la ligature lui permettent ainsi, au cours de la navigation, de mieux résister aux cisaillements résultant du glissement longitudinal des bordages les uns contre les autres[1160]. Les petites chevilles de blocage ont donc un rôle important dans le fonctionnement du système, qui n'est pas seulement lié à l'étanchéité. Ce rôle de blocage et de maintien de la ligature prend particulièrement toute sa signification lorsque le mode de passage de la ligature, pour l'assemblage du bordé, ne dessine pas une couture croisée mais un simple zigzag ou une ligne brisée, comme c'est le cas dans **le chaland de Ljubljana** et **les petits navires de Nin**. Dans la mesure où la ligature n'effectue ici aucun retour permettant de compenser dès le départ un glissement longitudinal des virures les unes contre les autres, les petites chevilles sont alors véritablement indispensables pour bloquer la ligature en place et éviter ainsi qu'elle ne se cisaille au moindre mouvement des bordages. Cela justifie par ailleurs que les chevilles soient employées uniquement dans la construction navale du monde méditerranéen, dans laquelle les mouvements longitudinaux des virures les unes contre les autres sont à mettre en relation avec un système

[1159] Cf. à ce propos **Rival 1991** et **Pomey et Guibal 2000**.
[1160] **Coates 1985**, p. 17.

d'assemblage du bordé de type longitudinal, tandis que dans la construction navale égyptienne, qui emploie un système d'assemblage de type transversal, les mouvements longitudinaux seront plus atténués. Il semble en outre difficile, pour **les navires d'Abydos et de Chéops** qui emploient des bandes d'assemblage plates ou un ensemble de ligatures, de bloquer celles-ci dans des mortaises assez larges. De la même façon, les tensions et les pressions exercées sur les membrures au cours de la navigation sont autres que celles exercées sur le bordé et l'emploi de petites chevilles, dans les assemblages des membrures par ligatures, pour obturer les canaux de passage, relève en revanche ici plus de la fonction de "bouchon" que d'éléments de blocage. On les retrouve de ce fait employées uniquement dans le cas où les canaux de passage ressortent sur l'extérieur du bordé (cf. **les bateaux grecs archaïques**), tandis que sur **les navires de Chéops, de Mazarron et de Comacchio**, pour lesquels les canaux, percés dans l'épaisseur du bordé en correspondance avec l'assemblage des membrures, ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé, aucune petite cheville n'est employée. Dans le cas des **bateaux grecs archaïque**, la présence de petites chevilles, outre leur rôle de "bouchon", devait également permettre, en cas de rupture de la ligature, d'éviter que l'assemblage entier de la membrure ne se délie, dans l'attente d'une réparation rapide de la section de ligatures à remplacer.

Les gournables, employées dans les points d'assemblage par ligatures internes pour la fixation de la membrure au bordé, sont, de la même façon que pour les petites chevilles employées dans l'assemblage des bordés, de véritables éléments de blocage qui accentuent de surcroît la tension de la ligature au moment de leur insertion. Elles servent néanmoins également à obturer les couples d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et du bordé correspondant pour le passage de la ligature. Les analyses réalisées sur ces gournables de blocage (cf. ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Barthélemy B***, ***SM24*** et ***Baie de l'Amitié***), révèlent, contrairement aux petites chevilles, l'emploi d'une seule essence, celle exclusive de sapin. Le recours à un résineux peut sembler singulier dans la mesure où les gournables d'assemblage des membrures sont généralement réalisées en chêne-vert, voire en olivier, en raison des qualités de dureté et de résistance de ces essences[1161]. Néanmoins, on s'aperçoit que, dans la construction navale antique en général, ce ne sont pas uniquement les gournables de blocage des ligatures qui sont réalisées en sapin, mais également les gournables associées à des clous qui viennent directement les traverser[1162]. Il est donc probable que l'emploi du sapin, un bois résineux, léger et tendre[1163], soit lié à la fonction secondaire des gournables dans ces assemblages mixtes. Dans le cas de l'association avec des ligatures, les gournables sont ainsi insérées facilement dans les canaux de passage déjà occupés par la

[1161] **Guibal, Pomey 1999**, p. 21 et tableau n°5, p. 32.
[1162] **Guibal, Pomey 1999**, p. 21 ; **Pomey, Guibal 2000**, p. 5.
[1163] **Rival 1991**, p. 40.

ligature qu'elles viennent bloquer, et dans le cas de l'association avec des clous, les gournables permettent une insertion aisée des clous qui viennent les traverser.

4. Les enduits d'étanchéité

Une fois la coque construite, et pour renforcer l'étanchéité des systèmes d'assemblage par ligatures, un enduit vient recouvrir l'intérieur, et bien souvent aussi l'extérieur de la coque. Il peut s'agir de poix (***Giglio***, ***Bon-Porté 1***, ***Pabuç Burnu***, **l'ensemble des bateaux et navires romains de Méditerranée nord-occidentale présentant une membrure cousue par des points de ligatures internes**, ***Comacchio***, ***l'épave du Lido de Venise***, ***Nin 1*** et ***Nin 2***, ***Cervia***, ***Pomposa***), de brai (***Cala Sant Vicenç***, ***Grand Ribaud F***), de résine (***Ma'agan Mikhael***) ou bien encore d'un mélange de résine et de cire (***Jules-Verne 9***). L'ensemble de ces enduits sont somme toute relativement semblables, la base étant la résine, une substance translucide d'origine végétale, généralement mélangée à des goudrons végétaux (poix, brai) ou à de la cire. Cet enduit vient ainsi colmater les canaux de passage déjà obturés par les petites chevilles de blocage, ainsi que les gorges creusées sur le dos des membrures et/ou sur la face externe du bordé ; elle vient aussi gorger les rouleaux d'étanchéité et imbiber les ligatures d'assemblage afin de les rendre plus imperméables et prolonger ainsi leur durabilité.

5. Conclusion

Les matériaux et les éléments participant à l'étanchéité des systèmes d'assemblage par ligatures sont donc invariablement les mêmes. À savoir, un matériau d'étanchéité disposé entre les cans des virures et tenu en place par des lattes de section semi-circulaire, ou plus simplement un rouleau d'étanchéité disposé sur les joints de virure pour les assemblages du bordé. Des petites chevilles et des gournables de blocage ayant également pour fonction d'obturer, une fois la ligature en place, les canaux ressortant sur la face externe du bordé. Enfin, une fois les assemblages réalisés, un enduit venant recouvrir l'intérieur et l'extérieur de la coque, finissant ainsi d'obturer les canaux de passage, colmatant les gorges qui peuvent avoir été creusées sur le dos de la membrure et/ou sur la face externe du bordé pour recueillir la ligature, gorgeant les rouleaux d'étanchéité et imbibant les ligatures afin de renforcer leur imperméabilité. Il s'agit donc de systèmes d'étanchéité que l'on peut qualifier de « perfectionnés » et qui devaient, par conséquent, participer au bon fonctionnement des systèmes d'assemblage lors de la navigation en même temps qu'ils devaient favoriser une durabilité des assemblages plus grande, dans la mesure où un entretien régulier du système d'étanchéité était effectué sur l'ensemble du navire concerné. L'ensemble des éléments participant à l'étanchéité du système joue également, pour la plupart, un autre rôle dans les systèmes d'assemblage. Ainsi, pour le

bordé assemblé selon un système longitudinal, les matériaux d'étanchéité ou les substances résineuses disposés entre les cans des virures avant leur réunion permettent aussi d'augmenter le « coefficient de friction » entre les bordages au cours de la navigation, les lattes ou les rouleaux disposés le long des joints de virure servent aussi d'amortisseurs pour la couture tandis que les petites chevilles insérées dans les canaux après le passage de la ligature permettent de bloquer celle-ci de manière ponctuelle. Ces éléments permettent ainsi de prévenir l'usure et notamment le cisaillement des ligatures en réduisant les phénomènes de glissement longitudinal des bordages les uns contre les autres, en absorbant une partie de la force exercée sur les ligatures au cours de la navigation et en bloquant la ligature de manière ponctuelle dans ses canaux de passage. Pour la membrure, les gournables servant à obturer les évidements cylindriques destinés au passage de la ligature sont quant à elles d'abord des éléments de blocage qui permettent en outre de renforcer la mise en tension de la ligature. Elles participent donc à plaquer fermement la membrure contre le bordé.

C. Les matériaux des éléments de pré-assemblage et des autres éléments d'assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes

En relation avec les assemblages par ligatures, des éléments de pré-assemblage peuvent être employés dans le montage du bordé et d'autres éléments d'assemblage peuvent être mis en alternance avec les ligatures dans le cas des assemblages de la membrure au bordé. Éléments de pré-assemblage ou directement éléments d'assemblage, les deux jouent ensuite, une fois l'assemblage entièrement réalisé, un véritable rôle dans la cohésion du système. De ce fait, il est indispensable de s'intéresser ici aux matériaux employés pour la réalisation de ces éléments et de déterminer s'ils résultent ou non d'un choix perspicace de la part des constructeurs.

1. Les matériaux des éléments de pré-assemblage

Les éléments de pré-assemblage sont employés uniquement pour le montage du bordé, aussi bien dans le système d'assemblage par ligatures transversales que dans le système d'assemblage par ligatures longitudinales. Dans le système d'assemblage par ligatures transversales, on rencontre des éléments de pré-assemblage employés dans **le navire égyptien de Chéops**. Il s'agit alors de tenons essentiellement réalisés en cèdre (*Cedrus Libani* A. Rich). Dans le système d'assemblage par ligatures longitudinales, les éléments de pré-assemblage sont employés dans la mise en place des bordés des bateaux exclusivement d'origine grecque archaïque et classique, en association avec la technique

d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés. Il s'agit, le plus souvent, de chevilles, mais il peut s'agir également de tenons. Seuls les éléments de pré-assemblage **des navires *Jules-Verne 9***, ***Jules-Verne 7*** et ***Grand Ribaud F*** ont fait l'objet d'analyse. Sur les deux premiers, il s'agit de chevilles en olivier (*Olea europa* L.) tandis que sur le troisième, il s'agit de chevilles en saule blanc (*Salix alba* L.).

Le cèdre, employé sur **le navire de Chéops**, est un bois tendre et assez léger, d'une résistance très satisfaisante. Il est aussi apprécié pour sa durabilité[1164]. En plus de supporter l'humidité, il satisfait donc à ce à quoi il est employé dans le montage du bordé assemblé selon un système transversal : résister à la pression et à la tension exercée sur la coque au cours de la navigation. L'olivier est également une essence durable mais c'est, au contraire du cèdre, une essence dure. C'est pour cette raison qu'elle est notamment souvent employée pour la confection des petites pièces d'assemblage, tenons et gournables[1165]. Le choix des constructeurs **des navires *Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** est donc ici aussi tout à fait justifié. Dans ces navires où l'assemblage employé pour le montage des bordés est de type longitudinal, les éléments de pré-assemblage servent en effet à empêcher tout mouvement longitudinal des virures les unes contre les autres, et préviennent ainsi le risque de cisaillement des ligatures. L'emploi de saule blanc, qui est une essence médiocre à employer en charpenterie navale[1166] et dont on fait le plus souvent des allumettes, est en revanche pour le moins surprenante sur **le navire *Grand Ribaud F***. Pour autant, il s'agit d'une analyse pour le moment très partielle compte tenu des vestiges étudiés (cf. les sources archéologiques, p. 196) et on s'abstiendra donc de tout commentaire précoce concernant l'usage de cette essence qui peut s'avérer n'être que faiblement représentée dans l'ensemble de la coque.

C'est donc un frêle échantillon que nous offrent ces quatre épaves. Néanmoins, il est fort probable que le développement des analyses sur ces pièces devrait tendre à montrer une sélection, de la part des constructeurs, d'essences de bonnes qualités propres à résister à la pression et à la tension ainsi qu'aux mouvements de glissement entre les virures, témoignant ainsi de l'importance du rôle joué par ces éléments dans la cohésion de la structure.

[1164] **Rival 1991**, p. 34-36.
[1165] **Rival 1991**, p. 74-75.
[1166] Sur l'ensemble des épaves étudiées par P Pomey et F. Guibal dans le cadre du programme *« Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée »*, le saule a d'ailleurs été retrouvé employé uniquement pour la réalisation de deux demi-couples et d'une allonge (cf. **Pomey, Guibal 2000**, p. 20).

2. Les matériaux des autres éléments d'assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes

Les autres éléments de pré-assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes se rencontrent uniquement pour la fixation de la membrure au bordé, aussi bien dans les systèmes d'assemblage mixtes associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage que dans les systèmes d'assemblage mixtes associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage.

On rencontre le premier type de système d'assemblage mixte employé aussi bien sur un navire égyptien (**le navire présumé de Licht**), que sur un navire grec archaïque pour l'assemblage des couples de revers (***Jules-Verne 7***) ou que sur un navire romain (***Comacchio***). Sur ces trois navires, il s'agit de gournables qui sont mises en alternance avec des points d'assemblage par ligatures externes. Malheureusement, aucun de ces navires n'a fait l'objet d'analyses pour ce qui concerne l'essence employée pour la confection des gournables.

Le second type de système d'assemblage mixte se rencontre de manière singulière sur **le bateau grec archaïque *Jules-Verne 9***, pour l'assemblage d'un couple de revers, sur **le navire punique de Marsala** pour l'assemblage d'une pièce de superstructure ainsi que, et principalement, sur **une série de navires et de bateaux romains** découverts exclusivement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen pour l'assemblage de l'ensemble de la membrure ou seulement pour la réparation de deux membrures (cf. ***Jeaume-Garde B***). À l'exception de la pièce de superstructure de ***Marsala***, sur laquelle les éléments mis en alternance avec les points d'assemblage par ligatures sont des clous en fer, il s'agit, pour l'ensemble des navires et des bateaux romains ainsi que pour le bateau grec, de gournables, auxquelles s'ajoutent parfois des clous en fer (cf. ***Dramont C***, ***SM24***, ***Cavalière***, ***Cap del Vol***), qui sont mises en alternance avec les points d'assemblage par ligatures. Sur ***Jules-Verne 9***, l'essence employée pour la confection des gournables n'a pas été déterminée, tandis que sur les navires et bateaux romains, les analyses ont montré l'emploi de sapin (*Abies alba* Miller) pour les bateaux de **La Roche Fouras**, du **Dramont C**, de **Plane 1**, de **SM24** et de **Baie de l'Amitié** ainsi que l'emploi de chêne-vert (*Quercus ilex* L.) pour ***Barthélemy B***, tandis qu'aucune détermination n'a été réalisée pour les navires et les bateaux de **Cavalière**, de **la Jeaume-Garde B**, de **Cap Béar 3**, du **Cap del Vol**, de **SM2** et de **Port la Nautique**. Bien que minoritaire dans ces déterminations, l'emploi de chêne-vert semble tout à fait cohérent pour cet usage puisqu'il s'agit d'un bois dur et résistant répondant ainsi tout à fait aux qualités requises pour des éléments

d'assemblage[1167]. Au contraire, l'emploi de sapin, majoritaire pour la confection des gournables d'assemblage de ces navires romains, peut sembler singulier dans la mesure où il s'agit d'un bois résineux, léger et tendre[1168], donc manifestement non adapté à la confection d'éléments d'assemblage. Cependant, dans ces navires, ces éléments sont employés dans des systèmes d'assemblage mixtes qui associent des points de ligatures internes, bloqués par des gournables, et des gournables simples. Or, on a vu précédemment que ces gournables de blocage étaient réalisées en sapin, justement pour les mêmes raisons qui font que ce bois n'est pas adapté à la confection d'éléments d'assemblage. On peut donc supposer que, pour des raisons de commodité, les constructeurs ont tout simplement employés ici le même bois pour la confection de ces éléments que celui employé pour la confection des gournables de blocage.

3. Conclusion

Il est malaisé, avec le peu d'analyse effectué sur les éléments de pré-assemblage employés pour le montage des bordés ainsi que sur les autres éléments d'assemblage employés en alternance avec les ligatures dans les systèmes d'assemblage mixtes de la membrure, d'affirmer de manière formelle que les matériaux employés pour réaliser ces divers éléments relèvent d'un choix perspicace de la part des constructeurs. On entrevoit, cependant, pour les éléments de pré-assemblage du bordé, l'emploi de bois durables, résistant à la pression et à la tension et aux mouvements longitudinaux des virures entre elles, dans un soucis de cohésion du système d'assemblage. On peut supposer qu'il en était de même dans les systèmes d'assemblage mixtes de la membrure associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage, dans la mesure où ces derniers ont pour fonction d'éviter tout déplacement latéral de la membrure sur le bordé. En revanche, s'il paraissait logique qu'il en fut de même dans les systèmes d'assemblage mixtes de la membrure associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage, le choix des constructeurs révèle en revanche ici un souci de commodité dans la mesure où ils ont employés le même bois léger et tendre que celui employé pour la réalisation des gournables de blocage.

Encore une fois, la découverte de nouvelles épaves présentant des assemblages par ligatures, et l'analyse de ceux-ci, devraient permettre d'affiner ces grandes tendances qui se dégagent.

[1167] **Guibal, Pomey 1999**, p. 21 et tableau n°5, p. 32.
[1168] **Rival 1991**, p. 40.

D. Conclusion sur l'analyse des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique à partir des différents types de ligatures et des différents matériaux utilisés pour les assemblages

Les résultats escomptés pour l'analyse des divers systèmes d'assemblage par ligatures employés dans la construction navale antique à partir des différents types de ligatures et des différents matériaux utilisés pour les assemblages sont pour le moment relativement faibles. Ces insuffisances sont à imputer, d'une part, à l'insuffisance des analyses réalisées sur les éléments constitutifs des assemblages par ligatures retrouvés sur les vestiges archéologiques et, d'autre part, au manque de données concernant les propriétés des différents matériaux employés pour la confection des ligatures. Néanmoins, les données pour le moment récoltées montrent l'emploi majoritaire de matériaux d'origine végétale pour la confection des ligatures d'assemblage. Il s'agit de fibres végétales d'origines variées pouvant provenir de plantes herbacées, d'arbustes ou d'arbres. Il s'agit assurément de matériaux disponibles, mais dont les anciens connaissaient les qualités puisque le lin est une fibre résistante, l'alfa est réputé être imputrescible, et qu'à l'inverse, le chanvre, qui pourrit au contact de l'eau, n'était vraisemblablement pas employé pour la confection des ligatures d'assemblage. Le type de ligature employé est également important car c'est de sa confection et de sa forme que vont dépendre sa résistance. Ainsi, compte tenu des avantages que présente une tresse, liés notamment à sa surface de contact avec les pièces à assembler, celle-ci sera vraisemblablement davantage employée pour l'assemblage de la membrure au bordé, tandis que le toron, plus facile à réaliser qu'une tresse, sera plus largement employé pour l'assemblage des bordés selon un système longitudinal. Le système d'assemblage transversal du bordé privilégiera en revanche plutôt l'emploi d'une bande plate et tressée qui adhérera mieux aux surfaces des virures à assembler et selon un seul "transfilage" effectué d'un bord à l'autre du navire. Quant au diamètre ou à la largeur des ligatures, celle-ci sera fonction des dimensions des pièces à assembler ; ainsi pour un navire de taille importante (au moins 20 m) présentant des planches de bordé épaisses, les ligatures employées seront de plus grosse section que pour l'assemblage de pièces de bordés de moindre épaisseur appartenant à un navire plus petit. Concernant la réalisation de l'étanchéité de ces systèmes d'assemblage, celle-ci est également importante puisqu'elle va directement participer au bon fonctionnement du système et à sa durabilité. Ainsi, les meilleurs systèmes d'étanchéité sont assurément ceux dont les canaux, destinés au passage de la ligature, ne traversent pas l'épaisseur des bordés ne produisant ainsi pas de voies d'eau possibles et ne nécessitant donc pas, pour l'assemblage de la membrure, l'insertion de petites chevilles pour obturer ces canaux. Ces dernières, dans l'assemblage de la membrure au bordé, ne sont en effet employées que lorsque les canaux de passage des ligatures ressortent sur la face externe du bordé. Un enduit vient finalement combler les canaux de passage ressortant sur l'extérieur du bordé,

en même temps qu'il vient obturer les éventuelles gorges creusées sur le dos des membrures et/ou sur la face externe du bordé pour recueillir la ligature. Enfin, dans tous les cas, un matériau d'étanchéité, soit disposé entre les cans des virures et tenus en place par des lattes de section semi-circulaire, soit disposé directement le long des joints de virures dans le cas des rouleaux d'étanchéité, est employé et un enduit vient finalement recouvrir l'intérieur et l'extérieur de la coque afin de renforcer l'imperméabilité de l'ensemble. Les matériaux disposés entre les cans des virures ou les substances résineuses étalées sur ces mêmes cans, en augmentant par ailleurs le « coefficient de friction », de même que les éléments de pré-assemblage, en empêchant les mouvement longitudinaux des virures les unes contre les autres, participent également à l'étanchéité du système en limitant les voies d'eau éventuelles dans la coque. Pour terminer, l'emploi présumé d'un bois résistant à la pression et la tension ainsi qu'aux mouvements longitudinaux pour la réalisation des éléments de pré-assemblage pour le montage du bordé, ainsi que pour les gournables des systèmes d'assemblage mixtes de la membrure, témoignent du rôle important joué par ces éléments dans la cohésion soit du bordé soit de la membrure, sans pour autant oublier que l'assemblage de la membrure au bordé participe à la cohésion de ce dernier.

L'amorce de ces premiers résultats, à peine esquissés, montre ainsi l'intérêt de multiplier les analyses sur les éléments constitutifs des assemblages par ligatures rencontrés sur les épaves antiques afin de procéder à une étude complète des qualités et de la performance des différentes techniques d'assemblage mises en œuvre dans la construction navale antique. Cette étude passe également par la mise en place d'un programme de recherche rigoureux visant à expérimenter les différents matériaux possiblement employés dans la confection des ligatures d'assemblage.

IV. Résultats et conclusions sur les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique à partir de toutes ces approches

Au terme de ce chapitre portant sur l'analyse des divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique, il est maintenant temps de conclure en présentant, sous forme de synthèse, les résultats fournis à la fois par les sources ethnographiques, l'archéologie expérimentale ainsi que par l'analyse des matériaux d'assemblage et des types de ligatures employés. Ces résultats concernent, tout d'abord, les procédés d'assemblage, qu'il s'agisse de l'assemblage du bordé ou de l'assemblage de la membrure. Ces résultats portent ensuite sur les systèmes et les techniques d'assemblage du bordé, d'une part, et sur les systèmes et les techniques d'assemblage de la membrure, d'autre part. Au sein de chacun de ces systèmes, nous essayerons notamment de voir quelles sont les techniques d'assemblage qui apparaissent comme les plus efficaces et les plus performantes. Nous verrons ensuite les combinaisons entre systèmes d'assemblage du bordé et systèmes d'assemblage de la membrure et leur complémentarité. Enfin, nous aborderons le mode de réfection des ligatures et la durée de vie présumée des bateaux cousus, ou partiellement cousus, antiques.

A. Résultats concernant les procédés de réalisation

Concernant les procédés de réalisation de tous systèmes d'assemblage par ligatures, qu'il s'agisse de l'assemblage du bordé ou de l'assemblage de la membrure, l'ethnographie aussi bien que l'expérimentation montrent des procédés de réalisation similaires avec l'emploi d'outils identiques. Dans tous les cas, la présence de deux personnes est nécessaire. Dans le cas d'assemblages par ligatures passant au travers de canaux ressortant sur la face externe du bordé, une personne se trouve alors – le plus souvent assise – à l'intérieur de la coque, tandis que l'autre se tient – le plus souvent debout – à l'extérieur afin de se passer la ligature d'un côté à l'autre, dans un mouvement continu. Dans le cas d'assemblages par ligatures passant au travers de canaux ne ressortant par sur la face externe du bordé, les deux personnes se tiennent alors de part et d'autre de l'élément à assembler. Le passage de la ligature, au travers des canaux, est le plus souvent facilité par le recours à une aiguille dans le chat de laquelle l'extrémité de la ligature est enfilée. La personne qui passe la ligature au moyen de l'aiguille la martèle en plus à l'aide d'un maillet afin de la comprimer, en même temps que celui qui la reçoit l'enroule autour d'un levier de tension, le plus souvent fourchu, afin d'en augmenter sa tension, cette

dernière étant finalement maintenue par l'insertion d'une cheville ou d'un coin de blocage provisoire permettant de passer au point d'assemblage suivant. Une fois que la section à assembler est achevée, la cheville de blocage est laissée en place et la ligature est coupée à ras avant de passer à la prochaine section ou au prochain point d'assemblage à effectuer.

B. Résultats des analyses concernant les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures du bordé

1. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage par ligatures transversales (cf. diagramme n°I.I)

Ce système d'assemblage, caractéristique de la construction navale de l'Égypte ancienne, ne trouve aucun équivalent dans les sources ethnographiques et n'a par ailleurs pas fait l'objet d'une expérimentation dans le cadre du programme d'archéologie expérimentale. C'est donc uniquement pas le biais des types de ligatures et des matériaux employés pour réaliser les assemblages que l'on peut mieux appréhender ce système d'assemblage particulier réalisé au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, en association (**le navire de Chéops**, cf. diagramme n°I.I.B.) ou non (cf. **le bateau n°10 de la fosse d'Abydos**, cf. diagramme n°I.I.A.) avec des éléments de pré-assemblage et sans petites chevilles de blocage.

Pour réaliser ces assemblages, le type de ligature employé peut être soit une bande plate et tressée réalisée à partir de fibres végétales (***Abydos***) pour une largeur de 7,5 cm de large environ, soit une série de torons constituées de trois brins en *Desmostachya bipinnata* tordus ensemble pour un diamètre de 1 à 2 cm de diamètre (***Chéops***). Dans la mesure où la bande plate et tressée présente une meilleure adhérence aux surfaces des éléments à assembler, et qu'il s'agit en l'occurrence de larges mortaises qui sont percées pour le passage des ligatures qui sont en outre en contact avec une bonne partie des faces internes des virures, celle-ci semble être le type de ligature le plus approprié à cet assemblage. Les ensembles de torons présentent, à l'inverse, une moins bonne adhérence, et s'exposent au risque de se "détoronner", affaiblissant ainsi leur force de résistance. Concernant le matériau employé pour la réalisation de ces ligatures, il s'agit du *Desmostachya bipinnata*, une graminée largement employée dans l'artisanat de l' Égypte ancienne mais pour laquelle on ne connaît ni les qualités de résistance ni les qualités de durabilité. Sur ces deux navires, le système d'étanchéité est par ailleurs identique. Il s'agit d'un matériau d'étanchéité, des liasses de roseaux pour ***Abydos***, disposé entre les cans des bordages et tenu en place par des lattes en bois de section semi-circulaire disposé le long des joints de virure avant le passage de la ligature. Le fait que les canaux de passage ne

ressortent pas sur l'extérieur du bordé empêche par ailleurs les voies d'eau éventuelles et explique ainsi l'absence de petites chevilles insérées dans les canaux après le passage des ligatures. Finalement, outre les types de ligatures employés, la grande différence, entre ces deux techniques d'assemblage mises en œuvre, réside dans le recours ou non à des éléments de pré-assemblage. Employés sur **le navire de Chéops**, il s'agit de tenons qui permettent la mise en place des bordages et qui, une fois l'assemblage réalisé, jouent un rôle dans le système d'assemblage en permettant une meilleure résistance du bordé à la pression et à la tension. L'emploi du cèdre, qui est un bois tendre et résistant, pour la réalisation de ces éléments, confirme bien la fonction qui leur est attribuée. Le système d'assemblage transversal, ainsi réalisé, est donc un système d'assemblage perfectionné qui contribue à la cohésion de l'ensemble du bordé. À l'inverse, l'absence de tels éléments dans **le bateau d'Abydos** fait pressentir des faiblesses certaines quant à la cohérence du bordé.

2. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage par ligatures longitudinales (cf. diagramme n°I.II)

Le système d'assemblage par ligatures longitudinales se rencontre dans l'ensemble du bassin méditerranéen, soit pour l'assemblage complet du bordé (**épaves** grecques archaïques **de Giglio**, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9*** et ***Pabuç Burnu***, ainsi que les épaves romaines et du haut Moyen Âge de l'Adriatique, à savoir **les épaves de la lagune Nord et du lido de Venise**, **d'Aquilée**, ***Corte Cavanella 1*** et ***2***, **de Ljubljana**, **de Nin** ainsi que de **Cervia** et de **Pomposa**, cf. diagramme n°I.II), soit pour l'assemblage d'une partie du bordé, correspondant généralement à des zones de renfort, les extrémités notamment (cf. les épaves grecques archaïques et classiques ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F*** et ***Ma'agan Mikhael***, cf. diagramme n°II.I et II.II), soit pour l'assemblage unique du fond de carène (cf. l'épave grecque classique ***Gela 1*** et **l'épave romaine de Comacchio**, cf. diagramme n°II.III). Il peut être réalisé au moyen de trois techniques d'assemblage différentes.

La première recourt à des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage et formant des coutures croisées sur la face interne du bordé (cf. diagramme n°C). Cette technique, mise en œuvre exclusivement sur les bateaux grecs archaïques et classiques, a fait l'objet d'une expérimentation avec la construction du **modèle d'étude *Jules-Verne 9***. Les analyses effectuées sur les assemblages de ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7*** ont également permis de déterminer les matériaux employés pour la réalisation des éléments d'assemblage.

L'expérimentation a ainsi permis de révéler une technique d'assemblage perfectionnée et complexe avec la présence d'éléments de pré-assemblage, des tracés préparatoires minutieux, et le creusement d'évidements tétraédriques lié au perçage de canaux obliques. Le passage de la ligature, se présentant sous la forme d'un toron constitué de deux brins en lin pour un diamètre de 1 mm, effectue six "transfilages", dont douze passages transversaux entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis sur les bords des planches, pour venir dessiner une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI). Ce mode de passage, réalisé avec une fibre végétale très résistante, contribue ainsi à créer un assemblage très solide.

L'étanchéité, réalisée au moyen d'un rouleau en lin disposé le long des joints de virure, des petites chevilles en olivier qui viennent obturer les canaux après le passage des ligatures et d'un enduit (résine et cire) qui vient finir de colmater les canaux en même temps que d'obturer les petites gorges situées sous la face externe du bordé ainsi que de gorger les rouleaux et d'imbiber les ligatures, contribue par ailleurs au bon fonctionnement de ce système et à sa pérennité. Les éléments de pré-assemblage employés dans le montage du bordé permettent également, en prévenant les mouvements longitudinaux des virures entre elles, de limiter les voies d'eau éventuelles dans la coque.

La similitude de cette technique d'assemblage avec celle – mais en moins sophistiquée cependant – employée sur les bateaux cousus de l'océan Indien, et plus précisément des bateaux cousus de la mer d'Oman (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus du Yémen et d'Oman, *odams*), permet de mieux appréhender, par le biais de l'approche ethnographique, le fonctionnement et les qualités du système d'assemblage ainsi réalisé. L'ethnographie montre ainsi que la couture croisée des assemblages des virures permet d'offrir une certaine souplesse au bordé et elle confirme, par conséquent, le rôle présumé des éléments de pré-assemblage qui, une fois l'assemblage réalisé, joue un véritable rôle dans le système en contribuant fortement à la cohésion de la structure. Cela explique ainsi qu'un bois dur et résistant comme l'olivier soit utilisé pour la réalisation de ces éléments sur le navire grec ***Jules-Verne 9***. Enfin, l'approche ethnographique permet d'observer que les rouleaux d'étanchéité servent également, en plus de leur fonction d'étanchéité, d'amortisseurs pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subit une déformation au cours de la navigation.

La technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage, et produisant une couture croisée, permet donc de réaliser un système d'assemblage longitudinal à la fois solide et performant.

La deuxième technique d'assemblage, mise en œuvre pour réaliser un système d'assemblage longitudinal, recourt à des ligatures passant de manière continue au travers

de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblages mais avec des petites chevilles de blocage, et formant des coutures croisées sur la face interne du bordé (cf. diagramme n°D.). Cette technique, mise en œuvre exclusivement sur des bateaux romains et du haut Moyen Âge de la région nord-occidentale de l'Adriatique a fait l'objet d'une expérimentation avec la construction du **modèle d'étude de Comacchio**. Les analyses effectuées sur les assemblages de ***Comacchio*** ont également permis de déterminer les matériaux employés pour la réalisation des éléments d'assemblage.

L'expérimentation a ainsi permis de révéler une technique d'assemblage qui, bien que facile à réaliser malgré l'absence d'éléments de pré-assemblage, n'en n'est pas moins précise et soignée avec notamment la présence supposée de tracés et le creusement d'évidements quadrangulaires lié au perçage de canaux obliques. Le passage de la ligature, se présentant sous la forme d'un toron en alfa de 3,5 mm de diamètre, effectue quatre "transfilages", dont quatre passages transversaux entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis sur les bords des planches, pour venir dessiner une succession de croix séparés par des traits verticaux (IXIXIXI). Ce mode de passage, réalisé avec une fibre végétale réputée être imputrescible, contribue ainsi à créer un assemblage très solide, proche de celui réalisé pour les bateaux grecs. L'absence d'éléments de pré-assemblage distingue néanmoins très nettement cette technique de celle mise en œuvre par les Grecs.

L'étanchéité, réalisée au moyen d'un rouleau en laine – rempli de fibres de tilleul – disposé le long des joints de virure, au moyen de petites chevilles en frêne, en cornouiller ou en tilleul qui viennent obturer les canaux après le passage des ligatures et enfin au moyen d'un enduit (poix) qui vient finir de colmater les canaux en même temps que d'obturer les gorges quadrangulaires situées sur la face externe du bordé ainsi que de gorger les rouleaux et d'imbiber les ligatures, contribue par ailleurs au bon fonctionnement de ce système et à sa pérennité.

La similitude de cette technique d'assemblage avec celle employée sur les chelingues de la côte de Coromandel (côte sud-est de l'Inde), permet de mieux appréhender, par le biais de l'approche ethnographique, le fonctionnement et les qualités du système d'assemblage ainsi réalisé. L'ethnographie montre ainsi que la couture croisée des assemblages des virures, associée à l'absence d'éléments de pré-assemblage, permet d'offrir une grande souplesse au bordé limitée néanmoins, sur le navire de Comacchio, par l'assemblage d'une membrure. Enfin, l'approche ethnographique permet également d'observer que les bourrelets d'étanchéité servent également, en plus de leur fonction d'étanchéité, d'amortisseurs pour la couture en absorbant une partie de la force exercée sur celle-ci lorsque la coque subit une déformation au cours de la navigation.

Cette technique d'assemblage permet donc de réaliser un système d'assemblage longitudinal solide mais manquant néanmoins de cohésion certaine en l'absence d'éléments de pré-assemblage jouant par la suite un rôle dans le système.

La troisième et dernière technique d'assemblage, mise en œuvre pour réaliser un système d'assemblage longitudinal, recourt à des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, et formant des coutures en ligne brisée ou en zigzag sur la face interne du bordé (cf. diagramme n°E.). Cette technique, mise en œuvre exclusivement sur des bateaux romains de la côte dalmate et du Nord de l'Adriatique (cf. **les navires de Nin** et **le chaland de Ljubljana**) a fait l'objet d'une expérimentation avec la construction du **modèle d'étude de Nin**. Les analyses effectuées sur les assemblages de ***Nin 1*** ont également permis une identification sommaire des matériaux employés pour la réalisation des éléments d'assemblage.

L'expérimentation a ainsi permis de montrer une technique d'assemblage d'une simplicité extrême avec l'absence d'éléments de pré-assemblage, le perçage de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des virures pour le passage des ligatures et le creusement de petites gorges sur la face externe du bordé. Le mode de passage de la ligature, réalisé avec une tresse en lin ou en écorce jaune de saule, de 3,5 mm de diamètre, est également élémentaire avec un seul "transfilage" produisant sur la face interne des virures une succession de traits obliques, ou ligne brisée (//////). Ce mode de passage, réalisé avec une tresse très fine et sans passage retour, contribue ainsi à créer un assemblage faible et fragile dans la mesure où dès la mise en place de la ligature, les virures ont tendance à glisser longitudinalement les unes contre les autres.

L'étanchéité du système est néanmoins correctement assurée avec la mise en place, le long des joints de virure, de tiges végétales souples coupées selon une section semi-circulaire et tenant vraisemblablement en place un matériau d'étanchéité disposé le long des joints de virure, avec également l'insertion de petites chevilles venant obturer les canaux après le passage des ligatures et enfin, d'un enduit qui vient finir de colmater les canaux en même temps que d'obturer les petites gorges situées sous la face externe du bordé ainsi que de gorger les lattes végétales et d'imbiber les ligatures.

Excepté le perçage de part en part des canaux verticaux que l'on retrouve sur la plupart des bateaux cousus de l'océan Indien et de l'océan Pacifique, ce mode de passage extrêmement sommaire de la ligature sur les navires de Nin n'est pratiquement jamais employé dans l'assemblage de bordés cousus qui ont le plus souvent recours à un mode de couture croisée. Cela tend ainsi à montrer la faiblesse de ce système d'assemblage longitudinal pour lequel aucun élément de pré-assemblage ne vient, de surcroît, contribuer à la cohérence de l'ensemble[1169]. La mise en place d'un matériau d'étanchéité entre les cans des virures avant leur réunion, ainsi que l'insertion de petites chevilles de blocage dans les canaux après le passage de la ligature, permettent néanmoins de limiter les risques

[1169] On ne peut également, et encore une fois, s'empêcher de s'interroger, à propos de cette technique, sur la pertinance des observations effectuées sur les navires de Nin (cf. **Brusić, Domjan 1985**).

de cisaillement des ligatures en augmentant le « coefficient de friction » pour le premier et en bloquant la ligature de manière ponctuelle pour les secondes. La faiblesse de ce système est également compensée par la fixation de la membrure au bordé au moyen de gournables.

Au vu de ces résultats, la technique d'assemblage la plus performante, pour réaliser un système d'assemblage longitudinal pour le montage des bordés, est donc sans nulle doute la première de ces techniques mise en œuvre sur l'ensemble des bateaux grecs archaïques et classiques. Cela s'explique, non pas tant en raison de la complexité de sa mise en œuvre, mais en raison, d'une part, de l'emploi d'éléments de pré-assemblage et, d'autre part, de l'emploi d'une ligature très résistante effectuant pas moins de douze passages transversaux entre les paires de canaux disposés en vis-à-vis sur les bords des planches et contribuant ainsi à créer un assemblage très solide et résistant. La troisième technique d'assemblage employée sur les bateaux romains de la côte dalmate et du Nord de l'Adriatique se révèle être la moins performante, avec de nombreuses faiblesses. Tandis que la seconde technique, employée sur les embarcations romaines et du haut Moyen Âge de la zone nord-occidentale de l'Adriatique, contribue à créer un système d'assemblage solide mais manquant, néanmoins, en l'absence d'éléments de pré-assemblage, d'une certaine cohérence.

C. Résultats des analyses concernant les systèmes d'assemblage de la membrure

1. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage par ligatures externes à la membrure (cf. diagramme n°1.1)

Le système d'assemblage par ligatures externes pour l'assemblage de la membrure est employé aussi bien dans la construction navale de l'Égypte ancienne (cf. **le navire de Chéops**), que dans des navires phéniciens (cf. les épaves ***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2***) et grecs archaïques (cf. **les épaves de Giglio**, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç*** et ***Jules-Verne 9***) du monde méditerranéen. Il peut être réalisé au moyen de trois techniques d'assemblage différentes.

La première recourt à des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°a). Cette technique, mise en œuvre exclusivement sur **le navire égyptien de Chéops** n'a fait l'objet d'aucune expérimentation et ne trouve aucun équivalent dans les sources ethnographiques abordées. Seule la

détermination du type de ligature employé pour la fixation de la membrure nous apporte ainsi des renseignements pour l'analyse de cette technique. Il s'agit de ligatures constituées de trois brins en *Desmostachya bipinnata* tordus ensemble pour former des torons de 1 à 2 cm de diamètre. On a vu que l'emploi de torons convenait moins bien que l'emploi de tresses pour l'assemblage de la membrure, dans la mesure où les torons adhèrent moins bien aux surfaces à assembler et qu'ils peuvent en outre se "détoronner", réduisant ainsi la résistance à la rupture de la ligature. Dans la mesure où les canaux de passage des ligatures, percés dans l'épaisseur des virures, ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé, l'étanchéité du système est en revanche optimale et explique, par ailleurs, l'absence de petites chevilles d'obturation.

Cette technique d'assemblage permet donc de réaliser un système d'assemblage sans doute solide mais dont la cohérence, en l'absence d'autres éléments d'assemblage tels que des gournables ou des clous, paraît fragile en cas de rupture des ligatures. Ce risque de rupture est notamment favorisé par la forme quadrangulaire des mortaises à arêtes vives dans lesquelles sont passées transversalement les ligatures, juste au-dessous du dos de la membrure.

La deuxième technique d'assemblage recourt à des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°b). Cette technique, que l'on retrouve employée uniquement sur **les navires phéniciens de Mazarron**, n'a pas fait l'objet d'une expérimentation et ne trouve aucun équivalent dans les sources ethnographiques abordées. De plus, les ligatures d'assemblage n'ont fait l'objet d'aucune détermination. Aussi, l'analyse de cette technique ne peut aller très loin. On pourra simplement observer que la forme circulaire des membrures est favorable à un assemblage par ligatures externes en empêchant les points de rupture, que le système d'étanchéité est là aussi optimal puisque les canaux destinés au passage de la ligature ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé et qu'enfin, si cette technique contribue à créer un système d'assemblage que l'on peut présumer être solide, on peut douter en revanche de sa cohérence dans la mesure où aucun autre élément d'assemblage ne permet d'assurer la fixation de la membrure au bordé en cas de rupture ou de relâchement des ligatures.

La troisième et dernière technique d'assemblage mise en œuvre pour réaliser un système d'assemblage par ligatures externes, est la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°c). Cette technique, que l'on rencontre uniquement dans les navires grecs archaïques, a fait l'objet d'une expérimentation avec la construction du **modèle d'étude *Jules-Verne 9***. Les analyses effectuées sur les assemblages de ***Jules-Verne 9*** ont

également permis de déterminer les matériaux employés pour la réalisation des éléments d'assemblage.

L'expérimentation a ainsi permis de révéler une technique d'assemblage relativement élémentaire avec un passage simple et croisé d'une ligature se présentant sous la forme d'un toron constitué de deux brins en lin pour un diamètre de 2 mm et permettant de réaliser un point d'assemblage. Bien qu'il s'agisse d'un toron et non d'une tresse, ce mode de passage, réalisé avec une fibre végétale très résistante, contribue à créer un assemblage solide.

L'étanchéité, réalisée au moyen de petites gorges créées sur la face externe du bordé par la réunion des canaux disposés par paires de façon à former en coupe un V, et également au moyen de petites chevilles en olivier qui viennent obturer les canaux après le passage des ligatures ainsi qu'au moyen d'un enduit (résine et cire) qui vient finir de colmater les canaux en même temps que d'obturer les petites gorges et d'imbiber les ligatures, contribue par ailleurs au bon fonctionnement de ce système et à sa pérennité.

Cette technique d'assemblage est vraisemblablement très proche de celle employée sur les bateaux cousus de l'océan Indien, et plus précisément des bateaux cousus de la mer d'Oman (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus du Yémen et d'Oman, *odams*), mais aucune indication n'est véritablement donnée par les sources ethnographiques sur le fonctionnement et les qualités de ce système ainsi réalisé.

L'expérimentation, seule, montre donc que cette technique d'assemblage contribue à réaliser un système d'assemblage solide. Cette solidité est notamment liée à l'emploi d'une ligature résistante mais aussi, et surtout, à la morphologie des membrures dont la forme trapézoïdale permet un meilleur serrage des liens tout en prévenant, avec des courbes arrondies et sans aucune arête vive, les risques de cisaillement des ligatures. Néanmoins, la cohérence de ce système d'assemblage paraît précaire car la rupture, ou le simple relâchement des ligatures, entraînerait inévitablement, en l'absence d'autres éléments d'assemblage, le déplacement de la membrure sur le bordé, voire son enlèvement total. De façon provisoire, les petites chevilles utilisées pour obturer les canaux de passage devaient néanmoins permettre, en cas de rupture de la ligature, de limiter sa propagation à l'ensemble de la membrure et permettre une réparation très localisée.

En définitive, en l'absence d'autres éléments d'assemblage, ces trois techniques d'assemblage, utilisant exclusivement des points d'assemblage par ligatures pour réaliser un système d'assemblage externe, se valent globalement. Sur **les navires de Chéops et de Mazarron**, l'étanchéité du système est cependant mieux assurée que **sur le navire *Jules-Verne 9*** où les canaux, percés dans l'épaisseur des virures pour le passage des ligatures, ressortent sur la face externe du bordé. À l'inverse, la morphologie des membrures de ***Jules-Verne 9*** et des autres bateaux grecs archaïques est celle qui se prête le mieux à un assemblage par ligatures externes puisque sa forme trapézoïdale permet un meilleur

serrage des liens tout en prévenant, par ses courbes arrondies, les risques de cisaillement. Il n'empêche que dans son ensemble, ce système d'assemblage reste relativement précaire puisqu'en cas de rupture ou de simple relâchement des ligatures, l'assemblage de la membrure au bordé n'est plus correctement assuré.

2. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage (cf. diagramme n°2.1)

Le système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures externes à d'autres éléments d'assemblage, pour la fixation de la membrure au bordé, se rencontre uniquement employé sur **le navire présumé de Licht** ainsi que sur **le navire romain de Comacchio**. Dans le premier cas, la technique d'assemblage mise en œuvre pour la réalisation des points d'assemblage par ligatures est celle décrite précédemment pour le navire de Chéops, à savoir la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°a) tandis que dans le deuxième cas, la technique d'assemblage mise en œuvre pour la réalisation des points d'assemblage par ligatures est celle décrite précédemment pour les navires de Mazarron, à savoir, la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°b).

Ce système d'assemblage, réalisé selon la seconde technique d'assemblage pour la mise en œuvre des points de ligatures externes, n'est pas représenté parmi les sources ethnographiques abordées. Il a en revanche fait l'objet d'une restitution avec la construction du **modèle d'étude de Comacchio**. Les analyses effectuées sur les assemblages de ***Comacchio*** ont également permis de déterminer les matériaux et le type de ligature employés pour les assemblages.

L'expérimentation a ainsi permis de révéler une technique d'assemblage, pour les points de ligatures, relativement facile à réaliser avec des tresses en alfa de 7 mm de largeur passant transversalement sur le dos de la membrure, selon une même orientation. L'emploi d'une fibre végétale utilisée sous forme de tresse permet ainsi de réaliser des points d'assemblage extrêmement solides.

L'étanchéité du système, assurée par le fait que les canaux, percés dans l'épaisseur des virures et destinés au passage des ligatures, ne ressortent pas sur l'extérieur du bordé, est de ce fait optimale et explique également l'absence de petites chevilles venant obturer les canaux après la mise en place des ligatures. Un enduit (poix) vient tout de même imbiber les ligatures d'assemblage afin de les rendre davantage imperméables.

L'emploi conjoint de gournables, mises régulièrement en alternance avec les points de ligatures, contribue à créer non seulement un assemblage ferme et solide mais aussi un assemblage cohérent dans la mesure où les ligatures assurent un placage solide de la membrure contre le bordé tandis que les gournables préviennent tout mouvement latéral de la membrure sur le bordé. En outre, en cas de rupture ou de relâchement de la ligature, favorisé par les angles saillants des membrures de section rectangulaires, les gournables assurent le maintien de la pièce de membrure contre le bordé. Il s'agit donc d'un système d'assemblage efficace et performant.

3. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage par ligatures internes à la membrure (cf. diagramme n°1.2.)

Ce système d'assemblage, réalisé au moyen de points de ligatures internes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des gournables de blocage (cf. diagramme n°d), se rencontre uniquement sur **le navire grec hellénistique de La Tour Fondue**. Cette technique d'assemblage de points de ligatures internes, pour laquelle on ne trouve aucun équivalent parmi les sources ethnographiques connues, a été expérimentée avec **la construction du modèle d'étude de Cavalière** présentant un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes et des gournables (cf. *infra*). Les analyses, réalisées sur les assemblages par ligatures internes retrouvés par ailleurs sur une dizaine d'épaves romaines découvertes dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, ont permis de déterminer les types de ligatures et les matériaux employés.

L'expérimentation a ainsi permis de révéler des procédés de réalisation extrêmement élaborés avec la mise en œuvre d'une tresse végétale passée en boucle dans un couple d'évidements cylindriques percés dans la hauteur de la membrure et de la virure correspondante et reliés par des gorges creusées à la fois sur le dos de la membrure et sur la face externe du bordé. L'emploi d'aubier provenant de résineux ou de feuillus, pour la confection des tresses pouvant présenter jusqu'à neuf brins, permet de réaliser des points d'assemblage extrêmement solides. La tension des ligatures est notamment renforcée par l'insertion des gournables à pan coupé en sapin qui permettent de bloquer la ligature dans son passage en même temps que de participer à l'étanchéité du système. L'emploi du sapin est ici lié à ses qualités de résineux, un bois léger et tendre qui permet une insertion aisée des gournables de blocage dans des évidements déjà occupés par la présence d'une ligature.

En plus des gournables de blocage, l'étanchéité est également assurée par le colmatage des gorges par une couche de poix venant ainsi protéger la ligature du milieu extérieur, et notamment de l'humidité.

Le système d'assemblage ainsi réalisé est un système d'assemblage solide et cohérent dans la mesure où la ligature permet de plaquer fermement la membrure contre le bordé tandis que les gournables de blocage empêchent tout glissement latéral de la membrure. C'est aussi un système d'assemblage durable puisque les ligatures, passées à l'intérieur des pièces à assembler, est protégé du milieu extérieur, à savoir de tout frottement et du contact direct avec l'eau.

4. Résultats des analyses concernant le système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage (cf. diagramme n°2.2.)

Plus que le système d'assemblage employant uniquement des points d'assemblage par ligatures internes bloquées par des gournables, c'est le système d'assemblage mixte, associant ces mêmes points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage, qui est le plus souvent employé pour l'assemblage de la membrure au bordé. On le rencontre ainsi sur une dizaine d'épaves romaines découvertes dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen (cf. épaves ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***Cap del Vol***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***Baie de l'Amitié***, ***Port la Nautique*** et **l'épave *Jeaume-Garde B*** pour la réparation de deux membrures). Dans ce système d'assemblage mixte, les points de ligatures sont réalisés selon la méthode décrite précédemment pour **le navire de la Tour Fondue** (cf. diagramme n°d.) tandis que les autres éléments d'assemblage, mis en alternance avec ces points d'assemblage, sont le plus souvent des gournables, auxquelles peuvent venir s'ajouter des clous, selon une organisation des assemblages qui varie d'un navire à un autre, le plus classique étant l'alternance simple entre un point de ligature et une gournable simple (cf. tableau D et schémas d'assemblage). Ce système d'assemblage ne se rencontre pas non plus parmi les sources ethnographiques mais il a fait l'objet d'une restitution avec la construction du **modèle d'étude de Cavalière**.

L'expérimentation a ainsi permis de montrer une mise en œuvre des assemblages certainement plus simple et plus rapide que précédemment dans la mesure où les points de ligatures alternent avec des gournables.

Finalement ce système d'assemblage présente les mêmes qualités que le système d'assemblage précédent, à savoir un système solide, cohérent et durable. Néanmoins, l'emploi d'autres éléments d'assemblage, le plus souvent des gournables en sapin, comme les gournables de blocage, mais qui peuvent être aussi réalisées dans un bois plus dur et résistant comme le chêne-vert (cf. ***Barthélemy B***), permet certainement de renforcer la solidité de ce système en empêchant, de concours avec les gournables de blocage, tout jeu latéral de la membrure contre le bordé.

D. Résultats concernant les combinaisons entre systèmes d'assemblage du bordé et systèmes d'assemblage de la membrure

L'association des systèmes d'assemblage analysés pour le montage du bordé et des systèmes d'assemblage analysés pour la fixation de la membrure au bordé permet d'examiner plus en détail certaines des combinaisons déterminées dans le chapitre précédent à partir de la caractérisation des systèmes d'assemblage et de leur mise en relation. Il s'agit des combinaisons n°1, 3, 4, 8, 9, 6 et 7 (cf. *supra*, p. 421-426).

1. Combinaison n°1 associant un système d'assemblage par ligatures transversales pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure (cf. diagramme n°I.I. + 1.1.)

Le système d'assemblage par ligatures transversales employé sur **le navire égyptien de Chéops** est associé à une membrure qui lui est fixée au moyen d'un système d'assemblage par ligatures externes. La réalisation du système d'assemblage du bordé, au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de mortaises creusées à partir de la face interne des virures et ne traversant pas toute l'épaisseur des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage mais sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°I.I.B.), assure un assemblage solide ainsi qu'une parfaite cohésion de l'assemblage des virures entre elles. Cette cohésion est renforcée par la fixation des membrures qui sont assemblées au moyen de la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur la face externe du bordé et se fixant sur une seule et même virure, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°1.1.a.). Si ces assemblages sont solides, ils sont cependant précaires dans la mesure où ils sont, d'une part, peu nombreux - au nombre de trois points d'assemblage pour la fixation d'une membrure - et qu'en cas de rupture ou de relâchement de la ligature, d'autre part, le maintien de la membrure sur le bordé n'est plus du tout assuré. À un bordé, solidement et efficacement assemblé, est donc associé une membrure au demeurant également solidement assemblée mais dont le maintien se révèle être plus fragile. Cela traduit bien la fonction de la membrure qui ne joue ici qu'un rôle structural de renfort transversal tandis que le bordé joue le rôle de structure portante et dominante du navire.

L'étanchéité, sur ce navire, est par ailleurs parfaitement assurée puisque les ligatures, employées à la fois pour l'assemblage du bordé et pour la fixation de la membrure au bordé, ne ressortent en aucun cas sur l'extérieur du bordé, limitant ainsi fortement les voies d'eau éventuelles dans la coque.

Aucun exemple ethnographique ne permet de faire des comparaisons sur ce type de combinaison employé pour l'assemblage du bordé et de la membrure.

2. Combinaison n°3 associant un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure (cf. diagramme n°III. + 1.1.)

Cette combinaison d'un bordé assemblé par un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés associé à une membrure assemblée par un système de ligatures externes se rencontre uniquement sur les navires d'origine phénicienne de Mazarron (***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2***). Concernant l'assemblage par tenons et mortaises, on ne sait pas, par manque de données, s'il s'agit là d'un système d'assemblage parfaitement maîtrisé ou s'il s'agit d'un système d'assemblage récemment introduit, donc présentant des faiblesses. Le système d'assemblage par ligatures de la membrure recourt, quant à elle, à la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur la face externe du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage associées (cf. diagramme n°b.). Le fait que chaque point d'assemblage prenne appui sur deux virures adjacentes contribue au renforcement de la cohésion du bordé. En revanche, si l'on peut présumer de la solidité de cet assemblage, il s'agit, là encore, d'un assemblage précaire puisqu'en l'absence de tout autre élément d'assemblage, rien ne permet d'assurer le maintien des pièces de membrure contre le bordé en cas de rupture ou de relâchement des ligatures. À un bordé, assemblé selon un système d'assemblage présumé solide, est donc associé une membrure au demeurant vraisemblablement elle aussi solidement assemblée mais dont le maintien se révèle être plus fragile. Cela traduit encore une fois la fonction de la membrure qui ne joue ici qu'un rôle structural de renfort transversal tandis que le bordé joue le rôle de structure portante et dominante du navire.

L'étanchéité, sur ce navire, est également parfaitement assurée puisque les ligatures, employées pour l'assemblage de la membrure au bordé, ne ressortent en aucun cas sur l'extérieur du bordé, limitant ainsi les voies d'eau éventuelles. En outre, l'étanchéité du bordé serait également assurée par des tissus placés dans les joints de virure et tenus en place par une ligature passée dans des petits canaux percés le long des bords. Ce système d'étanchéité, s'il s'avère bien attesté, ne connaît aucun équivalent au monde.

Aucun exemple ethnographique, de bateau assemblé selon cette combinaison, ne permet par conséquent de faire des comparaisons avec ces embarcations tout à fait singulières.

3. Combinaison n°4 associant un système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures externes pour la membrure (cf. diagramme n°I.II. + 1.1.)

Cette combinaison d'un bordé assemblé par un système d'assemblage par ligatures longitudinales associé à une membrure assemblée par un système d'assemblage par ligatures externes se rencontre exclusivement sur les bateaux cousus d'origine grecque archaïque (cf. les **épaves grecques archaïques de Giglio**, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant-Vicenç*** et ***Jules-Verne 9*** ainsi que probablement celle de ***Pabuç Burnu*** récemment découverte). Dans cette combinaison, le système d'assemblage par ligatures longitudinales, réalisé au moyen de la technique par des ligatures passant de manière continue au travers d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage et produisant des coutures croisées (cf. diagramme n°C.), se révèle être un système d'assemblage à la fois solide et performant. En revanche, l'assemblage de la membrure, réalisée au moyen de la technique d'assemblage par des points de ligatures externes passant par des canaux ressortant sur l'extérieur du bordé et se fixant sur une seule et même virure, en association avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°c.), s'il se révèle solide est néanmoins encore une fois précaire dans la mesure où, en l'absence de tout autre élément d'assemblage, rien ne permet d'assurer le maintien des pièces de membrure contre le bordé en cas de rupture ou de relâchement des ligatures. À un bordé, assemblé selon un système d'assemblage solide et performant, est donc une nouvelle fois associée une membrure solidement assemblée mais dont le maintien se révèle être plus fragile. Cela traduit à nouveau la fonction de la membrure qui ne joue ici qu'un rôle structural de renfort transversal tandis que le bordé joue le rôle de structure portante et dominante du navire.

Concernant l'étanchéité de l'ensemble, celle-ci est assurée, outre par les rouleaux d'étanchéité disposés le long des joints de virure, par des petites chevilles qui viennent obturer l'ensemble des canaux de passage qui, aussi bien pour l'assemblage du bordé que pour la fixation de la membrure, ressortent sur la face externe du bordé. Un enduit venait également compléter l'étanchéité de la coque et renforcer l'imperméabilité des rouleaux et des ligatures d'assemblage.

Sur le plan ethnographique, cette combinaison des assemblages se rencontre sur les bateaux cousus de l'océan Indien, et plus précisément sur les bateaux cousus de la mer d'Oman (*mitepe*, *bedan*, bateaux cousus du Yémen et d'Oman, *odams*). L'approche ethnographique permet ainsi de montrer la qualité essentielle de ces assemblages qui, par leur élasticité, confère une certaine souplesse à la coque de ces navires, leur permettant ainsi de véritablement onduler sur les vagues, tandis que les éléments de pré-assemblage

employés dans le montage du bordé assurent, au cours de la navigation, la cohésion du bordé. Ils montrent également que les rouleaux disposés les longs des joints de virure, au-delà de leur rôle d'éléments d'étanchéité, servent également d'amortisseurs pour les coutures en absorbant une partie de la force exercée sur celles-ci lorsque la coque subit une déformation au cours de la navigation. Il s'agit donc de systèmes d'assemblage efficaces convenablement combinés entre eux et qui sont, de ce fait, encore employés de nos jours pour la construction de bateaux traditionnels.

4. Combinaison n°8 associant un système d'assemblage mixte pour le bordé à un système d'assemblage mixte pour la membrure

(cf. diagramme n°II.III. + 2.1.)

Cette combinaison se rencontre sur **l'épave romaine de Comacchio** pour laquelle le fond de carène est assemblé par un système de ligatures longitudinales tandis que les parties hautes sont assemblées au moyen du système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés, en association avec une membrure qui lui fixée par une alternance de points d'assemblage par ligatures externes et de gournables.

Le système d'assemblage par ligatures du bordé, réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage et produisant des coutures croisées (cf. diagramme n°D.), se révèle être un système solide mais manquant néanmoins de cohésion certaine en l'absence d'éléments de pré-assemblage. Cette faiblesse est néanmoins compensée par la fixation des membrures pour laquelle des gournables sont insérées à raison d'une virure sur deux ainsi que par les points d'assemblage par ligatures externes qui viennent se fixer sur deux virures adjacentes, renforçant ainsi la cohésion du bordé. La technique d'assemblage mise en œuvre pour la réalisation des points d'assemblage par ligatures est en effet celle des points de ligatures externes passant par des canaux ne ressortant pas sur l'extérieur du bordé et se fixant sur deux virures adjacentes, sans petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°b). La complémentarité des éléments d'assemblage, pour la fixation des membrures, contribue ainsi à produire un système d'assemblage efficace et performant. À un bordé, assemblé selon un système d'assemblage solide, est ainsi associé une membrure solidement et efficacement assemblée, de manière durable.

Concernant l'étanchéité de l'ensemble, celle-ci est assurée, outre par les rouleaux d'étanchéité disposés le long des joints de virure, par des petites chevilles qui viennent obturer les canaux de passage des ligatures du bordé qui ressortent sur la face externe du bordé ainsi que par une couche de poix qui vient colmater les gorges creusées également

sur la face externe du bordé, obstruer les canaux ainsi que gorger les rouleaux et imbiber l'ensemble des ligatures afin de renforcer leur imperméabilité.

Sur le plan ethnographique, si l'assemblage par ligatures longitudinales du bordé se rapproche des chelingues de la côte de Coromandel, cette combinaison des assemblages ne rencontre en revanche aucun équivalent connu. On peut néanmoins imaginer que l'élasticité des coutures confère à la coque une certaine souplesse, modérée néanmoins par la fixation solide des membrures au bordé. L'emploi du système d'assemblage par tenons et mortaises, pour les parties hautes de la carène, ne trouve cependant aucune explication satisfaisante quant à l'organisation et à la répartition des systèmes d'assemblage employés pour le montage du bordé.

5. Combinaison n°9 associant un système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le bordé à une membrure non cousue (cf. diagramme n°I.II. + 3.)

Cette combinaison, qui associe un bordé assemblé par un système de ligatures longitudinales à une membrure qui lui est fixée non pas au moyen de ligatures mais au moyen de gournables, se rencontre uniquement en Adriatique, sur des bateaux de la région du delta du Pô (cf. **les épaves du Lido de Venise**, **de Corte Cavanella** (**2**), **de Cervia** et **de Pomposa**) ainsi que sur la côte dalmate, et en Istrie, au nord de l'Adriatique (cf. **les épaves de Nin** et **de Ljubljana**).

Pour les bateaux de la région du delta du Pô, le système d'assemblage par ligatures du bordé, réalisé au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant à des évidements trapézoïdaux ou quadrangulaires, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, et produisant une couture en croix séparées par des traits verticaux (cf. diagramme n°D.), se révèle être solide. À l'inverse, pour les navires de la côte dalmate et le chaland de Ljubljana, le système d'assemblage par ligatures du bordé, réalisé au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage, et produisant une couture en ligne brisée ou en zigzag (cf. diagramme n°E.), montre de nombreuses faiblesses. Ces faiblesses sont néanmoins compensées par la fixation de la membrure au bordé, et à la quille pour **les navires de Nin**, au moyen de gournables, et de clous dans le cas de ***Ljubljana***, qui contribuent ainsi à la cohésion de la structure. Néanmoins, en cas de déchaussement éventuel de la membrure, la stabilité de l'ensemble est remise en question. À un bordé, assemblé selon un système d'assemblage vulnérable, est ainsi associé une membrure bien assemblée mais qui peut présenter également des faiblesses.

Concernant l'étanchéité de l'ensemble, celle-ci est relativement bien assurée, dans les deux techniques d'assemblage, soit par des rouleaux remplis de végétaux, soit par les

lattes végétales de section semi-circulaire disposées le long des joints de virure et maintenant vraisemblablement en place un matériau d'étanchéité placé entre les cans des virure,s ainsi que par des petites chevilles qui viennent obturer les canaux de passage des ligatures et également par une couche de poix qui vient colmater les petites gorges éventuellement creusées sur la face externe du bordé, obstruer les canaux ainsi que gorger les rouleaux ou les lattes et imbiber l'ensemble des ligatures afin de renforcer leur imperméabilité.

Sur le plan ethnographique, si la couture des bordés des bateaux de la région du delta du Pô se rapproche de celle des chelingues de la côte de Coromandel, la présence de membrures chevillées les distingue néanmoins clairement de ces embarcations et les rapproche en revanche du navire de Comacchio qui présente en plus, pour l'assemblage de ses membrures, des points de ligatures (cf. *supra*, combinaison n°8). De même, si les canaux percés de part en part pour le passage des ligatures du bordé des bateaux de la côte dalmate et de l'Istrie se rencontrent dans la plupart des bateaux cousus de l'océan Indien et de l'océan Pacifique, la technique d'assemblage employée ne rencontre en revanche aucun équivalent connu et donc aucun bateau ne présentant cette combinaison des systèmes.

6. Combinaison n°6 et 7 associant un système de tenons et mortaises chevillés pour le bordé à un système d'assemblage par ligatures internes ou à un système d'assemblage mixte alternant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage pour la membrure (cf. diagramme n°III. + 1.2. ou 2.2.)

Cette combinaison, dans laquelle un bordé assemblé par un système de tenons et mortaises chevillés est associé à une membrure assemblée par un système d'assemblage par ligatures internes, se rencontre exclusivement sur **le navire grecque hellénistique de La Tour Fondue** tandis que la combinaison associant un bordé assemblé par un système de tenons et mortaises chevillés à une membrure assemblée par un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage, se rencontre sur une série de navires et de bateaux romains exclusivement découverts dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen (cf. **les épaves *La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***Cap del Vol***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***Baie de l'Amitié*** et ***Port la Nautique***).

Le système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés, totalement maîtrisé, est un système d'assemblage perfectionné et extrêmement solide de même que le système d'assemblage employé pour la membrure, qu'il s'agisse du système d'assemblage par ligatures internes ou du système d'assemblage mixte, est un système d'assemblage très

solide, cohérent et durable. Cette combinaison contribue ainsi à créer une coque parfaitement homogène et extrêmement résistante.

L'étanchéité est également parfaitement assurée avec les gournables de blocage des points de ligatures qui viennent de ce fait obturer les évidements cylindriques de passage, et également avec une couche de poix venant colmater les gorges creusées sur le dos des membrures ainsi que sur la face externe du bordé dans le but de recueillir la ligature et la protéger du milieu extérieur.

Sur le plan ethnographique, cette combinaison, et encore moins les systèmes d'assemblage ayant recours à des points de ligatures internes pour l'assemblage de la membrure, ne trouve d'équivalent dans le monde.

7. Conclusion : diversité des combinaisons possibles et complémentarité

On voit donc, avec la mise en relation des systèmes d'assemblage du bordé et des systèmes d'assemblage de la membrure, la diversité des combinaisons possibles avec notamment des systèmes d'assemblage par ligatures se mêlant à des système d'assemblage non cousus. Ces systèmes d'assemblage sont généralement toujours complémentaires et la fixation de la membrure vient bien souvent compenser une faiblesse du système d'assemblage par ligatures du bordé. On observe par ailleurs, et dans tous les cas, que c'est bien le bordé qui présente le système d'assemblage le plus solide et le plus efficace tandis que le système d'assemblage de la membrure présente, le plus souvent, des carences ou des faiblesses plus importantes, confirmant ainsi le rôle important joué par le bordé dans tous ces systèmes architecturaux.

E. Modes de réfection des assemblages par ligatures et durée de vie des bateaux "cousus" antiques

Malgré des systèmes d'étanchéité ingénieux et soignés, les ligatures de tous ces navires, à l'exception peut-être des points de ligatures internes pour l'assemblage de la membrure au bordé, se détendent avec le temps, voire peuvent se rompre ou pourrir en raison de l'humidité ambiante. Les ligatures sont ainsi remplacées régulièrement ou sont ponctuellement réparées. L'archéologie nous offre rarement l'occasion d'observer de telles opérations mais les sources ethnographiques nous montrent, en revanche deux méthodes de réfection des assemblages. Soit au "coup par coup", signifiant que la réparation intervient de manière ponctuelle sur le point ou la section d'assemblage détériorée, soit entièrement, signifiant que l'ensemble des coutures est intégralement et régulièrement refait, le plus souvent de manière annuelle.

Ainsi entretenu, un bateau cousu antique, ou en parti cousu, pouvait-il espérer atteindre la même durée de vie que celle présumée pour les navires assemblés au moyen de tenons et mortaises, à savoir une durée de vie estimée entre dix et trente ans[1170] ? L'ethnographie nous montre que si la durée de vie de ces bateaux dépend bien, en effet, des conditions d'utilisation qui en sont faits ainsi que de l'entretien régulier des assemblages, elle dépend aussi de la qualité des bois employés pour leur construction. Aussi, les pirogues polynésiennes actuelles de Wallis et Raivavae ont-elles actuellement une durée de vie de l'ordre de 7 ou 8 ans tandis qu'en mer d'Oman (océan Indien), un bateau cousu est prétendu pouvoir atteindre un âge moyen d'utilisation de plus de 60 ans.

F. Conclusion générale

La caractérisation et l'analyse des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures employés et mises en œuvre dans la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne montrent finalement la diversité et la richesse des assemblages ayant recours à la ligature. On compte en effet deux grands systèmes d'assemblage par ligatures pour le montage du bordé et autant pour la fixation de la membrure au bordé, chacun de ces systèmes pouvant être réalisé par trois à quatre techniques d'assemblage différentes selon le type de canal percé pour le passage de la ligature, le mode de passage de la ligature *etc*…. Les assemblages sont également réalisés à partir de matériaux disponibles et adaptés, tels que des fibres de graminées, de l'écorce, des fibres d'arbre, des lanières de cuir *etc*…. pour la confection des ligatures, et des tissus de lin ou de laine remplis de végétaux, voire des tiges de lianes, pour la réalisation des rouleaux d'étanchéité disposés sur les joints de virure avant le passage de la ligature. Les assemblages par ligatures employés pour la construction des navires antiques se révèlent bien souvent, à quelques exceptions près, élaborés et soignés laissant supposer leur bon fonctionnement et leur solidité. Ainsi, d'après les calculs théoriques effectués par J. F. Coates, un bon assemblage par ligatures pour le montage du bordé, réalisé le plus souvent au moyen d'une couture croisée en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage, devrait présenter une force de résistance à la rupture et donc une solidité égale à un assemblage réalisé au moyen de fortes chevilles en chêne[1171]. Ce que confirme Y. Kahanov avec une expérimentation conduite sur un modèle d'étude reproduisant l'extrémité cousue du navire *Ma'agan Mikhael*[1172]. Les ligatures, dans la construction navale antique, peuvent finalement être utilisées aussi bien pour l'assemblage de l'ensemble des pièces d'un bateau que pour l'assemblage seul d'une partie d'un bateau,

[1170] **Pomey, Gianfrotta 1981** p. 232.
[1171] **Coates 1985**, p. 18.
[1172] Cf. **Kahanov dans Black 2003 (ed.)**, p. 70.

soit pour l'ensemble du bordé ou de la membrure, soit pour les extrémités, soit encore pour fond de carène *etc*.… tandis que le reste du bateau est assemblé au moyen de tenons et mortaises chevillés pour le bordé et de gournables et/ou de clous pour la membrure.

4ème PARTIE

DÉTERMINATION DE GRANDS ENSEMBLES DE NAVIRES FAISANT USAGE DE L'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET LA QUESTION DE L'ORIGINE GÉOGRAPHIQUE ET CULTURELLE DES DIFFÉRENTES TRADITIONS TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES

Dans cette quatrième et dernière partie, l'objectif premier sera de revenir sur les sources archéologiques et d'établir, à partir des épaves étudiées, des grands ensembles de navires partageant un même système d'assemblage par ligatures réalisé au moyen de la même technique d'assemblage. Cette répartition des bateaux cousus, ou présentant des assemblages par ligatures, en grands ensembles permettra ainsi de s'interroger sur la similarité des systèmes et des types architecturaux au sein d'un même ensemble et de voir s'ils appartiennent ou non à une même famille architecturale. Cet examen fera l'objet, au sein de cette partie, d'un premier chapitre.

Le deuxième objectif consistera à essayer de déterminer, pour chaque système et technique d'assemblage par ligatures, une origine géographique et culturelle et de voir les relations éventuelles, voire les filiations, qu'ils peuvent entretenir entre eux. Ce travail fera ici l'objet du second chapitre.

CHAPITRE 1. DÉTERMINATION DE GRANDS ENSEMBLES DE NAVIRES FAISANT USAGE DE L'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET LA QUESTION DE LEUR APPARTENANCE À UNE MÊME FAMILLE ARCHITECTURALE

La caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures, à partir des sources archéologiques, permet de regrouper les navires au sein de grands ensembles qui se distinguent, au premier abord, par une origine culturelle commune[1173] (cf. carte, fig. 147). On dénombre ainsi cinq grands ensembles : un ensemble égyptien, un ensemble phénicien, un ensemble grec archaïque, classique et hellénistique, un ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale et enfin, un ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique.

Ces différents ensembles de navires, s'ils présentent des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures analogues, partagent-ils également les mêmes caractéristiques architecturales ? Cette question conduit à considérer, dans un premier temps, le système architectural de ces navires et donc de voir s'ils relèvent d'un même principe de conception de forme et de structure (charpente longitudinale ou sole, bordé, charpente transversale, système d'emplanture *etc*.…) ainsi que d'une même méthode de construction. Au sein des systèmes architecturaux analogues, il s'agira ensuite d'examiner les types architecturaux et de distinguer ainsi les navires qui présentent des structures identiques avec un même système de membrure (succession de varangues ou alternance couples – demi-couples *etc*.…), un même système d'emplanture *etc*.…[1174]. Enfin, le type de navires avec ses formes générales, son système de propulsion et son espace de navigation sera déterminé. La notion d'« espace de navigation », appelée aussi « espace nautique » ou « milieu de navigation » par P. Pomey et É. Rieth[1175], renvoie aux contraintes environnementales (les vents, les courants *etc*.)[1176] du milieu physique considéré (zone maritime, côtière, fluvio-maritime, endolagunaire, fluviale *etc*.) ainsi qu'à l'influence du milieu culturel (niveau de technologie atteint par les constructeurs, poids des traditions *etc*.) et du contexte socio-économique dans lequel s'exerce l'activité

[1173] L'origine culturelle supposée de chacun des bateaux présentant des assemblages par ligatures ayant été discutée et déterminée en 2ème partie lors de la présentation et de l'étude des sources archéologiques, cette question ne sera pas reposée ici.

[1174] Ces définitions de « système » et « type » architectural sont celles proposées par P. Pomey et É. Rieth (cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 27-28 de leur manuscrit). Concernant le type, ou modèle architectural, les deux principales variables, dans lesquelles s'inscrivent des unités architecturales similaires, sont les dimensions et la datation des navires intéressés.

[1175] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 30-31 de leur manuscrit.

[1176] F. Beaudouin appelle ces phénomènes naturels les « conditions motrices des milieux nautiques » et il établit, à partir de ces conditions, une typologie des espaces nautiques (cf. **Beaudouin 1975**, p. 4-11).

nautique considérée[1177]. En fonction de tous ces critères, chaque bateau est ainsi adapté à un espace de navigation spécifique[1178].

À partir de cette analyse, il sera finalement possible d'aborder la question de la famille architecturale et de voir si les navires d'un même ensemble sont apparentés, selon la définition proposée par F. Beaudoin, par « une morphologie, une structure et des organes techniques [analogues], ainsi que par une [même] filiation historique »[1179] ?

[1177] Cf. **Marlier à paraître b** ; **Pomey, Rieth à paraître**, p. 30-31.
En anglais, la notion de *"zone of transport geography"* est par ailleurs assez proche de celle d'« espace de navigation » (cf. **Westerdahl 1992**, p. 11 ; **1994**, p. 267-268).
[1178] Il faut également noter qu'au XIX[e] s. déjà, l'amiral Pâris (1843) considérait l'architecture navale en fonction des zones de navigation spécifiques. Il définissait ainsi pour la première fois l'« espace de navigation » de la façon suivante : « modelé par la nature du littoral, celle des vents et des courants d'une part, et avec un environnement socio-économique déterminé, auquel se rattachaient des pratiques et des savoirs techniques, d'autres part » (cf. **Rieth 2001**, p. 665).
[1179] **Beaudouin 2000**, p. 14.

I. Un ensemble égyptien

L'ensemble égyptien est constitué par **le bateau n°10 de la fosse d'Abydos**, daté de 3000 av. J.-C., **le navire de Chéops**, daté de 2650 av. J.-C., **le navire présumé de Licht**, daté de 1950 av. J.-C. et enfin, par **les barques de Dahchour** datées de 1850 av. J.-C. (fig. 147). Ces bateaux, pour lesquels la chronologie s'étale sur plus d'un millénaire, présentent deux types d'assemblage différents pour le montage de leur bordé, l'un au moyen d'un système d'assemblage par ligatures transversales employé sur **le bateau d'Abydos** et **le navire de Chéops** (cf. diagramme n°I.I.), et l'autre, au moyen d'un système d'assemblage mixte, associant des tenons et mortaises à des points de ligatures indépendants dispersés de manière ponctuelle dans la coque, employé sur **le navire présumé de Licht** et **les barques de Dahchour** (cf. diagramme n°II.II.). Ces bateaux présentent également, pour ceux dotés d'une membrure, deux systèmes d'assemblage différents, un système d'assemblage par ligatures externes pour **le navire de Chéops** (cf. diagramme n°1.1.) et un système d'assemblage mixte, associant vraisemblablement des gournables à des points de ligatures externes, pour **le navire présumé de Licht** (cf. diagramme n°2.1.). Malgré ces distinctions, ces bateaux, tous découverts le long du Nil, relèvent-ils d'un même système et d'un même type architectural et appartiennent-ils, plus globalement, à la même famille architecturale ?

Concernant la structure de ces coques, ***Abydos*** ne présente pas de quille mais un fond plat, composé de cinq virures, avec un passage du fond aux flancs par bouchains vifs ; les flancs sont formés chacun de six longues virures et la coque, ainsi constituée, est *a priori* dépourvue de tout renfort transversal avec l'absence de membrure et de barrot. La coque de ***Chéops*** ne présente pas non plus de quille mais est néanmoins dotée d'une charpente axiale composée de trois virures de fond qui constitue un système intermédiaire entre celui de *keel-plank* et celui de sole et elle est en outre dotée de renforts longitudinaux avec la présence d'une poutre centrale et de deux poutres latérales ; le bordé est constitué d'environ cinq longues virures pour chaque flanc et, contrairement à ***Abydos*** également, la coque de ***Chéops*** est dotée d'une membrure. Il s'agit néanmoins d'une membrure assez faible qui ne joue pas pleinement un rôle de renfort transversal, rôle qui est plutôt assuré par la présence de barrots. Dans ces deux coques, l'assemblage transversal des virures entre elles, au moyen de bandes larges, ou d'un ensemble de ligatures, disposés de manière très rapprochée, est donc important puisqu'il permet de véritablement sangler la coque d'un bord à l'autre, la renforçant de ce fait également dans le plan transversal. La coque du **navire présumé de Licht** ne présente pas non plus de quille, ni de système intermédiaire entre la *keel-plank* et la sole, mais elle est néanmoins dotée d'une forte pièce

de renfort longitudinal, sans doute une carlingue. Le bordé présente une structure complexe, formé d'une multitude de bordages formant un véritable "patchwork". La membrure est constituée de pièces composites formant des cloisons qui assurent ainsi un rôle réel de renfort transversal de la coque. Enfin, les coques des **barques de Dahchour** ne présentent pas non plus de véritable quille mais une *keel-plank*, c'est-à-dire une virure centrale, plus épaisse que les autres et faisant fonction de quille, à partir de laquelle est monté le bordé constitué de trois virures disposées symétriquement de chaque côté de la coque. Elles ne sont dotées d'aucune membrure et ce sont les barrots qui servent de renfort transversal ainsi que de maintien en forme de la coque. Les pavois, entourant environ les trois-quarts du pont, servent enfin vraisemblablement à renforcer la coque de manière longitudinale (cf. tableau K).

On a donc des structures différentes avec une charpente axiale uniquement pour **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour**, un fond plat pour **le bateau d'Abydos** et un fond arrondi pour le **navire présumé de Licht**, avec, en plus, des renforts longitudinaux pour ***Chéops*** et ***Licht*** ; un bordé constitué de longues virures pour ***Abydos***, ***Chéops*** et ***Dahchour*** tandis que ***Licht*** présente un bordé constitué de multiples bordages ; et enfin, une charpente transversale constituée d'une faible membrure et de barrots pour ***Chéops***, uniquement de barrots pour ***Dahchour*** et des membrures robustes pour ***Licht*** formant de véritables cloisons, tandis qu'***Abydos*** ne présente vraisemblablement aucun renfort transversal.

Malgré l'absence de véritable quille pour ces bateaux, ils sont néanmoins tous construits selon un principe de conception longitudinal sur bordé auquel on peut associer, de manière assurée pour **le bateau d'Abydos**, **le navire de Chéops** et les **barques de Dahchour**, des procédés de construction également sur bordé.

Concernant la forme de ces embarcations, **le bateau de la fosse n°10 d'Abydos**, d'une longueur présumée de 22 m, présente une section à fond plat et aux flancs évasés avec un profil de coque symétrique long et étroit, aux extrémités très pincées, sans distinction de l'avant et de l'arrière. Ce type de profil est très proche de celui du **navire plus tardif de Chéops**, d'une longueur d'environ 43 m, qui présente en revanche une section de coque plus arrondie. De la même façon, le coefficient d'allongement de ces deux coques est assez proche, de l'ordre de 7,33 pour ***Abydos***, et de l'ordre de 7,7 pour ***Chéops***. C. Ward restitue pour **le navire présumé de Licht**, dont elle estime la longueur à 24 m, une section de coque arrondie, avec un coefficient d'allongement de 3. Quant aux **embarcations de Dahchour**, il s'agit de barques de 9 m de long de forme également arrondie, mais avec une section centrale légèrement plate et dont le coefficient d'allongement est d'environ 4,5. De profil, les coques des barques de Dahchour ne sont pas véritablement symétriques puisque la poupe est légèrement plus haute, d'environ 50 cm, et un peu plus ronde que la

proue qui présentait apparemment une extension, probablement en forme de papyrus, comme sur **le navire de Chéops**. On a donc vraisemblablement ici trois formes de coques différentes avec celle très allongée et étroite **des bateaux d'Abydos et de Chéops**, celle arrondie mais avec une section centrale légèrement plate des **barques de Dahchour** et celle enfin très arrondie du **navire présumé de Licht** (cf. tableau K).

Enfin, concernant le système technique de ces bateaux, ***Abydos*** était vraisemblablement manœuvré au moyen de pagaies. Il semble, pour **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour** que, si ceux-si ont véritablement navigué, ils étaient mis en mouvement par touage, à l'aide de petites embarcations. Ils étaient néanmoins dotés de rames-gouvernails, situées de part et d'autre de la poupe, pour assurer leur direction[1180]. **Le navire présumé de Licht** ayant été retrouvé en pièces détachées éparpillées, on ne connaît en revanche ni son système de propulsion ni son système de gouverne (cf. tableau K).

Par conséquent, s'ils relèvent d'un même principe de construction – sur « bordé premier » – et s'ils présentent, pour **le bateau d'Abydos**, **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour**, des méthodes de construction – également sur bordé – analogues, il apparaît que ces bateaux – en raison de leurs structures, de leurs formes et de leurs systèmes techniques différents – ne relèvent pas d'un même type, ni d'un même système architectural.

Seuls le profil analogue du **bateau d'Abydos** et du **navire de Chéops** – ou voisin des **barques de Dahchour** – ainsi que la fonction similaire de ces bateaux permettent finalement de les regrouper au sein d'un même sous-ensemble. Bien que s'inscrivant dans une chronologie large de plus d'un millénaire, le profil de ces bateaux rappelle en effet celui des barques de papyrus représentées sur les bas-reliefs de l'Ancien Empire (2705-2213). Ces embarcations "primitives", bien qu'étant des flotteurs incomparables pour naviguer sur les bas-fonds marécageux ou les canaux peu profonds, constituaient des modes de transport précaires, notamment pour le transport de cargaisons importantes et d'équipage plus nombreux. Aussi, a-t-on vu apparaître, sur les représentations monumentales de la fin de la III^{e} dynastie (vers 2700-2620), des embarcations de bois. Leur représentation montre une ressemblance frappante avec les embarcations de papyrus dont la forme a vraisemblablement directement inspiré les premières constructions de bateaux de planches assemblées[1181]. À l'évidence, **le bateau d'Abydos**, **le navire de**

[1180] Le navire de Chéops est également doté de rames de propulsion, mais ces rames, si elles ont pu éventuellement servir aux manœuvres, revêtaient sans doute, en raison de leur aspect gracile, plutôt un rôle d'apparat (cf. les sources archéologiques, p. 115).
[1181] **Boreux 1925**, p. 235-236.

Chéops ainsi que **les barques de Dahchour**, témoignent de cette filiation directe. Les coques d'***Abydos*** et de ***Chéops*** présentent par ailleurs un système d'assemblage par ligatures transversales pour le montage de leur bordé qui renvoie également directement aux embarcations de papyrus avec le mode de liaison transversal des bottes de roseaux. Le système d'assemblage du bordé du **navire de Chéops** comporte néanmoins également des éléments de pré-assemblage (tenons et points de ligatures indépendants) qui témoignent vraisemblablement, quatre siècle environ après **le bateau d'Abydos**, d'une évolution dans les techniques d'assemblage. Moins d'un millénaire plus tard, en revanche, si **les barques de Dahchour** rappellent toujours, par leur forme, les embarcations de papyrus, elles ne présentent pas de système d'assemblage par ligatures transversales évoquant la liaison de ces embarcations, mais un système d'assemblage mixte associant des assemblages par tenons et mortaises à des points de ligatures indépendants. Bien que datés de 1850 av. J.-C., le système architectural des barques de Dahchour associé à ce type d'assemblage semble ainsi correspondre à la description que donne Hérodote, au V^{e} s. av. J.-C., de la construction de navires égyptiens pour lesquels les bordages sont assemblés entre eux au moyen de longues chevilles très rapprochées sans aucune membrure mais avec l'emploi de baux transversaux (II.96.1-2) (cf. les sources écrites, p. 60). Dans sa description, Hérodote ne mentionne pas l'emploi de points de ligatures signifiant ainsi soit qu'il ne les aura pas remarqués, puisque ces points ne ressortent par sur l'extérieur du bordé, soit que l'assemblage par ligatures a tout simplement disparu au profit du système d'assemblage unique par tenons et mortaises.

Outre leur forme, qui les inscrit dans la lignée directe des barques de papyrus, **le bateau d'Abydos**, **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour** se caractérisent également par une fonction similaire ; il s'agit en effet exclusivement de bateaux funéraires ou de cérémonie. On ne sait donc pas, pour aucun de ces bateaux, s'ils ont navigué ou non avant d'être inhumés ou s'ils ont été construits dans le seul but d'être enterrés, et donc sans avoir jamais navigué. Il s'agit cependant clairement de bateaux de type nilotique utilisés ordinairement pour le transport de personnes ou comme bateaux d'apparat. L'iconographie montre, concernant les barques de papyrus, que celles-ci ont notamment joué un rôle important, à l'époque memphite (vers 2200), dans les cérémonies d'enterrement. Elles servaient en effet à transporter un certain nombre de personnes qui prenaient part ou assistaient aux cérémonies et conduisaient également le mort lui-même (cf. les sources iconographiques, p. 84 et fig. 46). C'est sans doute un même rôle honorifique et surtout symbolique que revêtaient **les bateaux d'Abydos**, **de Chéops et de Dahchour**.

À l'inverse, **le navire présumé de Licht**, qui ne se rattache pas à ce sous-ensemble d'embarcations "papyriformes", est un navire qui se caractérise par une section de carène très arrondie, un bordé complexe composé de multiples bordages d'épaisseur importante

et une membrure très robuste constituant une véritable cloison transversale. Son bordé, comme celui des **barques de Dahchour**, est assemblé par un système d'assemblage mixte associant des assemblages par tenons et mortaises à des points de ligatures indépendants dispersés dans la coque. Un siècle plus tôt que **les barques de Dahchour**, **le navire de Licht** tendrait ainsi à confirmer l'adoption de l'assemblage par tenons et mortaises au détriment de l'assemblage par ligatures. Dans ce système d'assemblage, on relève par ailleurs que les tenons sont bloqués dans leurs mortaises par des petites cales introduites parallèlement aux pièces d'assemblage. Le système d'assemblage de la membrure au bordé montre aussi une évolution par rapport à celui employé sur **le navire de Chéops** puisqu'il s'agit d'un système d'assemblage mixte qui associe vraisemblablement des points de ligatures externes, semblables à ceux mis en œuvre sur **le navire de Chéops**, à de grosses gournables. Les pièces de membrure de ***Licht*** présentent néanmoins toujours, sur leur face inférieure, des évidements de type semi-circulaire semblables à ceux réalisés sur les varangues de ***Chéops***. Destinés au passage des ligatures du bordé sur ce dernier, ils n'ont en revanche aucune utilité sur **le navire de Licht** qui n'emploie que des points de ligatures ponctuels. On s'inscrit donc bien, là encore, dans un phénomène d'évolution des systèmes et des techniques d'assemblage dont les répercutions que cela implique sur la morphologie des pièces se fait progressivement. Les bandes végétales plates et tressées employées pour les points d'assemblage **du navire présumé de Licht** rappellent par ailleurs les mêmes bandes employées pour les assemblages transversaux **du bateau d'Abydos**. Ce type architectural, qui se caractérise par une forme arrondie et des structures robustes et solidement assemblées, est à mettre en relation avec la fonction de ce navire interprété comme étant un navire de charge de type fluvial. Son espace de navigation s'inscrit donc également sur le cours du Nil.

L'ensemble égyptien, dans lequel s'inscrivent **le bateau de la fosse n°10 d'Abydos**, **le navire de Chéops**, **le navire présumé de Licht** ainsi que par **les barques de Dahchour**, est donc composé de bateaux relevant de types mais aussi de systèmes architecturaux différents. S'il est donc exclu de parler de famille architecturale pour cet ensemble, on peut néanmoins distinguer deux sous-ensembles avec, d'un côté, **le bateau de la fosse n°10 d'Abydos**, **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour** qui sont des bateaux "papyriforme" de type fluvial qui revêtent une fonction funéraire ou cérémoniale, et de l'autre, **le navire présumé de Licht** correspondant vraisemblablement à un navire de charge rond de type fluvial.

II. Un ensemble phénicien

L'ensemble phénicien est constitué par **les épaves 1 et 2 de Mazarron**, découvertes au sud de Carthagène, en Espagne (fig. 147), et qui sont datées de la seconde moitié du VII^{e} s. av. J.-C. Du point de vue structural, ces navires sont strictement identiques avec une charpente axiale constituée d'une quille plus large que haute, d'une étrave et d'un étambot, assemblés entre eux par un écart simple, et autour de laquelle est monté un bordé entièrement lié au moyen de tenons et mortaises chevillés auquel est associé un système de calfatage présumé employant des ligatures, ainsi qu'avec une charpente transversale composée d'une faible membrure, fixée au bordé au moyen d'un système d'assemblage par ligatures externes, et d'une série de baux transversaux (cf. diagramme n°III + 1.1.b). Ces navires sont également tous construits selon un principe de conception longitudinal sur bordé tandis que les procédés de construction mis en œuvre n'ont pas été étudiés par les responsables de la fouille. Concernant leur forme, il s'agit de petites embarcations d'environ 8 m de long aux fonds de carène relativement plats et qui présenteraient des proues relativement élancées. Sur le plan technique, ni le système de propulsion, ni le système de gouverne de ces petites embarcations n'a été mis au jour ; il semble néanmoins probable qu'elles ont été mises en mouvement au moyen d'une voile ainsi que de rames d'appoint et dirigées par un gouvernail latéral, élément de gouverne classique de la marine antique. Ces navires relèvent donc d'un même système architectural mais renvoient également strictement au même type architectural. Ils s'inscrivent vraisemblablement, de par leur origine culturelle commue, au sein d'une même famille architecturale, de type phénicienne (cf. tableau L). On manque cependant assurément de données pour mieux cerner cette famille que l'on entrevoit, pour le moment, qu'au travers de ces deux navires faiblement documentés.

Sur le plan de la navigation, ces navires s'inscrivent dans un espace de navigation maritime restreint. Leur faible dimension et leur fond relativement plat indiquent en effet qu'il devait probablement s'agir de petits caboteurs destinés à effectuer une navigation côtière de proximité que l'on situe dans le sud de l'Ibérie, probablement entre Tartessos et Carthagène. Ce trait de côte, le plus élevé et le plus rocheux de toute la côte est de l'Espagne, détermine un espace maritime caractérisé par des hauts-fonds auxquels sont généralement associés des vents irréguliers (cf. tableau L).

III. Un ensemble grec archaïque, classique et hellénistique

L'ensemble grec archaïque, classique et hellénistique est constitué par les épaves ***Giglio***, ***Pabuç Burnu***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1*** et ***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael***, ***Kyrenia*** et enfin **l'épave du Golo**. Couvrant une chronologie large, s'étalant du début du VI^e^ s. av. J.-C. à la fin du IV^e^ s. av. J.-C., ces épaves ont été découvertes dans l'ensemble du bassin méditerranéen, de l'Espagne à Israël, des côtes sud de la France aux côtes sud de la Sicile (fig. 147). Concernant leurs assemblages, seuls les bateaux ***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9***, et probablement ***Pabuç Burnu***, sont entièrement assemblés au moyen de ligatures végétales, selon un système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le montage de leur bordé et selon un système d'assemblage par ligatures externes pour la fixation de leur membrure au bordé (cf. diagramme n°I.II + 1.1.). Les bateaux ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1*** et ***Ma'agan Mikhael*** présentent un système d'assemblage mixte pour le montage de leur bordé associant, selon une répartition différente selon les bateaux, le système d'assemblage par tenons et mortaises et le système d'assemblage par ligatures longitudinales tandis que leur membrure est fixée au bordé par des assemblages autres que la ligature, des gournables et/ou des clous (cf. diagramme n°II.I ou II.III ou II.II + 3). Seul le navire ***Jules-Verne 7*** présente en plus des assemblages par ligatures externes pour la liaison des pieds de ses couples de revers au bordé (cf. diagramme n°2.1.c.). L'épave ***Gela 2*** présente un bordé assemblé par tenons et mortaises et une membrure fixée au bordé au moyen de clous (cf. diagramme n°III + 3) ; seule une petite réparation, dans le bordé, est effectuée au moyen de ligatures selon un système longitudinal. Cependant, dans la mesure où seule la partie centrale de la coque a pour le moment été fouillée, on ne sait pas si les extrémités étaient assemblées ou non au moyen de ligatures. Enfin seuls **les navires de Kyrenia et du Golo** présentent un bordé entièrement assemblé par tenons et mortaises chevillés et une membrure fixée au bordé au moyen de clous passés au travers de gournables pour le premier et une membrure fixée vraisemblablement au moyen de gournables pour le second (cf. diagramme n°III. + 3.). Bien que ne présentant aucun assemblage par ligatures pour la liaison de leurs éléments structuraux, le vaigrage du **navire de Kyrenia** comprend néanmoins une planche de vaigre – correspondant vraisemblablement à une planche de bordé réemployée – présentant des traces d'assemblage par ligatures.

On a donc une disparité assez large des systèmes d'assemblage employés au sein de ces bateaux. La technique d'assemblage mise en œuvre pour la réalisation du système d'assemblage par ligatures longitudinales employé pour le montage de l'ensemble ou d'une partie de la coque, ou encore pour des réparations, est néanmoins la même. Il s'agit de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers

d'évidements tétraédriques aboutissant sur la face externe des bordés, en association avec des éléments de pré-assemblage et des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°C). C'est donc cette technique d'assemblage, pour laquelle les évidements tétraédriques représentent assurément la caractéristique originale, qui permet de regrouper ces épaves au sein d'un même ensemble[1182]. Ces navires relèvent-ils pour autant d'une même famille architecturale ?

D'emblée, il ressort que l'ensemble de ces navires, avec une structure tripartie comprenant une charpente axiale, un bordé et une charpente transversale, et relevant par ailleurs d'une conception longitudinale sur bordé à laquelle sont associés, lorsqu'ils ont été étudiés, des procédés de construction également sur bordé, relève d'un même système architectural.

Au sein de ce système architectural, différents types architecturaux peuvent néanmoins être distingués.

Ainsi, sur le plan structural, **les navires de Giglio, de Bon Porté 1, de Cala-Sant-Vicenç** et ***Jules-Verne 9*** présentent une charpente axiale, un bordé et une charpente transversale identiques, assemblés de la même façon. La charpente axiale est constituée d'une petite quille, de section quadrangulaire avec des faces latérales planes, et, pour les épaves qui ont conservé leurs extrémités (***Jules-Verne 9*** et sans doute ***Giglio***), d'une étrave et d'un étambot dont les faces latérales sont entaillées d'une râblure ; les trois pièces sont assemblées entre elles au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » à clef verticale. Sur le plan transversal, l'assemblage du galbord, contre les joues de la quille, détermine une carène de section arrondie. Le bordé est constitué de virures assemblées entre elles à franc-bord au moyen de ligatures tandis que la membrure qui lui est associée lui est également fixée au moyen de ligatures. La membrure est composée d'une succession de varangues prolongées sur leurs extrémités par des allonges assemblées au moyen d'écarts à croc chevillés et entre lesquelles viennent vraisemblablement s'intercaler, dans les parties hautes, des couples de revers (cf. petite pièce isolée découverte sur ***Jules-Verne 9*** et interprétée comme étant un couple de revers). L'ensemble de ces pièces de membrures présente un profil similaire, de type trapézoïdal avec un pied étroit, des faces latérales évasées et un dos arrondi avec également des évidements taillés dans leur face inférieure, en relation directe avec le passage des ligatures du bordé. Enfin, le massif d'emplanture, découvert sur l'épave ***Bon Borté 1***, repose directement sur les

[1182] Dans la mesure où on ne connaît aucun détail sur les traces d'assemblage par ligatures découvertes sur la planche de vaigre du navire de Kyrenia (à savoir notamment si elles présentent des évidements de forme tétraédrique) et que le navire du Golo ne présente aucun assemblage par ligatures, ces deux navires sont ici intégrés à cet ensemble en raison, d'une part, de leur origine culturelle, déterminée comme étant grecque, et, d'autre part, en raison de leurs analogies de forme et de structure qui permet de les rapprocher de certaines de ces épaves (cf. les sources archéologiques, § XVIII et XIX).

membrures grâce à des encoches ménagées sur sa face inférieure (fig. 72g) (cf. tableau M).

Le navire du Golo présente de nombreuses analogies de forme et de structure avec l'épave *Jules-Verne 9* mais ses bordés ne sont pas assemblés, comme sur cette dernière, au moyen de ligatures mais au moyen de tenons et mortaises chevillés.

Les navires ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F*** et ***Gela 1*** présentent également une structure et des assemblages identiques. Leur charpente axiale est, de la même manière que le groupe de bateaux précédent, constituée d'une quille de section rectangulaire avec des faces latérales planes et prolongée sur ses extrémités, à l'aide d'écarts en « trait de Jupiter », par les pièces d'étrave et d'étambot dont les faces latérales sont entaillées de râblures. Sur le plan transversal, l'assemblage du galbord, contre les joues de la quille, détermine également, comme pour le groupe de bateaux précédent, une carène de section arrondie. Le bordé est aussi constitué de virures assemblées entre elles à franc-bord mais, contrairement au groupe précédent, il est principalement lié au moyen du système d'assemblage par tenons et mortaises, les ligatures n'étant plus employées que pour fermer les extrémités, pour le fond de carène de ***Gela 1*** ainsi que pour effectuer les réparations dans les coques. La membrure, également constituée d'une succession de varangues prolongées sur leurs extrémités par des allonges assemblées au moyen d'écarts à croc chevillés et entre lesquelles viennent s'intercaler, dans les parties hautes, des couples de revers, est assemblée non pas au moyen de ligatures, mais au moyen de clous (à l'exception du navire ***Jules-Verne 7*** qui présente également des assemblages par ligatures pour la fixation des pieds de ses couples de revers). Les pièces de membrure présentent par ailleurs toujours un profil trapézoïdal avec des évidements taillés sur leur face externe. Enfin, un massif d'emplanture et une carlingue viennent s'encastrer sur le dos des membrures, d'une extrémité à l'autre de la coque, renforçant ainsi la structure longitudinale de la coque (cf. tableau M).

Les navires ***Gela 2*** et ***Ma'agan Mikhael*** présentent une structure plus complexe que les navires précédents avec, pour ***Ma'agan Mikhael***, une quille légèrement arquée et doublée d'une fausse-quille. Sur le plan transversal, l'assemblage du galbord, dont les cans, au contact des joues de la quille, sont biseautés, détermine, au contraire des navires précédents, des fonds de carène très pincés. Le bordé est par ailleurs ici entièrement assemblé par tenons et mortaises chevillés et la ligature n'est plus employée que pour venir doubler, dans ***Ma'agan Mikhael*** (et aussi dans ***Gela 2*** ?), l'assemblage par tenons et mortaises des extrémités ou pour effectuer, dans ***Gela 2***, une réparation. La membrure, également constituée d'une succession de varangues prolongées sur leurs extrémités par des allonges qui leur sont assemblées au moyen d'écarts à croc-chevillés et entre lesquelles viennent s'intercaler des couples de revers, est fixée au bordé au moyen de clous pour le premier bateau ou de gournables traversées par des clous pour le second. Le profil des pièces de membrure est toujours de type trapézoïdal, mais moins accentué sur le

navire ***Ma'agan Mikhael*** qui ne présente plus non plus d'évidements taillés sur ses faces inférieures. Le massif d'emplanture, retrouvé en place sur le navire ***Ma'agan Mikhael***, est encastré sur le dos des membrures mais est également contrebuté, sur ses deux côtés, par des contreforts latéraux fixés à la membrure au moyen de grosses chevilles. Comme sur *Gela 1*, le massif est prolongé, sur ses extrémités, par une carlingue ; l'ensemble double ainsi entièrement la quille et couvre la totalité de la membrure jusqu'aux points de relèvement des extrémités du navire (cf. tableau M).

Le navire de Kyrenia présente enfin une structure encore plus évoluée avec une quille fortement arquée, et entaillée de râblures sur toute sa longueur, à laquelle est associée la présence d'une fausse quille et d'un massif mort renforçant la liaison avec l'étambot. La mise en place des galbords, qui viennent s'insérer dans les râblures pratiquées sur les bords supérieurs de la quille, déterminent des fonds de carène très pincés. Le bordé est ici entièrement assemblé par tenons et mortaises chevillés et la ligature n'est plus employée ni pour venir doubler les assemblages des extrémités, ni pour venir effectuer des réparations qui sont directement réalisées au moyen de tenons. La membrure n'est pas non plus constituée d'une succession de varangues, entre lesquelles viennent s'insérer des couples de revers, mais est constituée d'une alternance de varangues et de demi-couples prolongés par des allonges qui leur sont clairement dissociées. Elle est fixée au bordé au moyen de clous passés au travers de gournables. Enfin, le massif d'emplanture, de même type que précédemment, est encastré sur le dos des varangues.

Tous ces navires, qui relèvent d'un même système architectural, présentent donc une organisation et une relation entre leurs éléments structuraux qui, bien que montrant de fortes analogies, sont différents d'un groupe de navires à un autre, permettant ainsi de distinguer quatre types architecturaux différents[1183] (cf. tableau M).

Au sein de ces différents types architecturaux, on rencontre enfin différents types de navires présentant soit une forme de carène de section arrondie avec des extrémités pincées et élancées (***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala-Sant-Vicenç***, ***Jules-Verne 9***, ***Golo***, ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1***) soit une forme de carène aux fonds pincés (***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael*** et ***Kyrenia***) avec des extrémités élancées (***Ma'agan Mikhael***) ou présentant un profil longitudinal de navire peu élancé (***Kyrenia***). La taille de ces navires varie également de 9-10 m (***Bon Porté 1***, ***Jules-Verne 9***, ***César 1***) pour les plus petits à 20-25 m pour les plus grands (***Giglio***, ***Cala-Sant-Vicenç***, ***Grand Ribaud F*** et ***Pabuç Burnu*** ?) et avec des tailles intermédiaires allant de 13 à 18 m (***Golo***, ***Jules-Verne 7***, ***Gela 1***, ***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael***, ***Kyrenia***). Enfin, en rapport avec la taille de ces navires, le système de propulsion était assuré, pour les petites embarcations ***Bon Porté 1***, ***Jules-Verne 9*** et ***César 1***, essentiellement par des rames, n'excluant pas, cependant, la

[1183] L'épave ***Pabuç Burnu***, dans la mesure où elle a été récemment mise au jour, ne nous fournit pas encore suffisamment d'éléments pour pouvoir l'intégrer dans cette classification.

présence d'une petite voile d'appoint, tandis que les plus grands de ces navires, ***Giglio***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Golo***, ***Jules-Verne 7***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1***, ***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael*** et ***Kyrenia*** étaient propulsés au moyen d'une voile. Le système de gouverne de tous ces bateaux était sans aucun doute le gouvernail latéral, caractéristique de la construction navale antique méditerranéenne, mais dont seule l'épave ***Grand Ribaud F*** a conservé un élément.

La forme générale, la taille et le système de propulsion de ces navires sont finalement à mettre en relation avec leur espace de navigation et on distingue, d'un côté, les barques côtières et, de l'autre, les caboteurs. Les barques côtières correspondent au bateau ***Bon Porté 1***, dont l'espace de navigation est à situer dans la zone côtière d'Olbia ou d'Antibes, ainsi qu'aux petits navires ***Jules-Verne 9*** et ***César 1***, dont l'espace de navigation correspond à la rade de Marseille. Parmi les caboteurs, on distingue les navires de grand cabotage auxquels se rattachent les navires ***Giglio***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Golo***, ***Jules-Verne 7***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1*** et ***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael*** et ***Kyrenia*** et dont l'espace de navigation s'ouvre sur l'ensemble de la Méditerranée, et les caboteurs côtiers auquel correspond uniquement le navire ***Pabuç Burnu*** dont l'espace de navigation est vraisemblablement exclusivement lié aux côtes de la Turquie actuelle. On a donc à faire, globalement, à des bateaux et des navires de type clairement maritime adaptés à une navigation en Méditerranée qui se caractérise non pas par son aspect paisible, mais bien plutôt par son imprévisibilité avec la levée de tempêtes et de coups de vents aussi violents que soudains[1184].

Bien qu'ils ne relèvent pas d'un même type architectural ni d'un même type de navire, P. Pomey a cependant montré que l'ensemble de ces navires s'inscrivait au sein d'une même famille architecturale. Il a en effet établi que les différents types architecturaux, enregistrés au sein de cet ensemble de tradition grecque, correspondaient en réalité à une évolution des structures à mettre en relation avec une évolution des systèmes et des techniques d'assemblage[1185]. Y. Kahanov a également travaillé sur le sujet à partir de l'épave de Ma'agan Mikhael[1186] et ces deux auteurs ont dernièrement publié un article faisant la synthèse de leurs réflexions[1187].

Ils différencient ainsi, au sein de cet ensemble, plusieurs sous-groupes qui jalonnent cette double évolution :

Le premier sous-groupe est daté du VI^{e} s. av. J.-C. et est représenté par les épaves ***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç*** et ***Jules-Verne 9***. Ces épaves correspondent à des

[1184] **Pomey dans Pomey 1997 (dir.)**, p. 25.
[1185] **Pomey 1997**.
[1186] **Kahanov dans Black (ed.) 2003**, p. 113-122.
[1187] **Kahanov, Pomey 2004**.

bateaux entièrement cousus selon des systèmes et des techniques d'assemblage identiques alliant chevilles horizontales/tenons et ligatures passant au travers d'évidements tétraédriques pour l'assemblage du bordé et points de ligatures externes pour la fixation de la membrure. Tous ces navires se caractérisent par ailleurs par des particularités de forme, de structure et de morphologie identiques. Ainsi, ces navires présentent des fonds de carène arrondis avec une quille dépourvue de râblure à l'inverse de l'étrave et de l'étambot qui sont chacun entaillés de profondes râblures. Les membrures sont composées d'une succession de varangues prolongées à leur extrémités, au moyen d'écarts à croc chevillés, par des allonges entre lesquelles viennent s'intercaler des couples de revers. Les membrures ont un profil particulier avec un pied étroit, des faces latérales évasées et un dos arrondi lié à leur assemblage par ligatures et leur face inférieure est entaillée d'évidements pour le passage des ligatures du bordé.

Le deuxième sous-groupe est daté de la fin du VI^{e} s. - début du V^{e} s. av. J.-C. Il est représenté par les épaves ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F*** et ***Gela 1*** qui correspondent à un premier stade d'évolution des techniques d'assemblage. Dans les trois premiers navires, le système d'assemblage par ligatures est en grande partie abandonné au profit de l'assemblage par tenons et mortaises pour les bordés et par clouage et chevillage pour la membrure. L'assemblage par tenons et mortaises est alors assuré par des tenons longs et étroits disposés selon un large écartement (env. 20 cm) déterminant ainsi un réseau relativement lâche du système. La ligature n'est en revanche plus utilisée que pour fermer les extrémités (***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***) et effectuer des réparations du bordé (***Jules-Verne 7***, ***César 1***). Le navire ***Gela 1*** montre un autre stade d'évolution avec l'association de chevilles horizontales et de ligatures passant au travers d'évidements tétraédriques pour l'assemblage des trois premières virures et de tenons et mortaises chevillés intercalés avec des chevilles horizontales à partir de la quatrième virure. La membrure, dans ce navire, est également clouée au bordé. Sur tous ces navires, les membrures, composées d'une succession de varangues prolongées à leur extrémités, au moyen d'écarts à croc chevillés, par des allonges entre lesquelles s'intercalent des couples de revers (au moins attestés sur ***Jules-Verne 7***) présentent curieusement la même morphologie trapézoïdale que les membrures du premier sous-groupe bien qu'elles ne soient plus fixées au moyen de ligatures. De même, elles présentent des évidements similaires sur leur face inférieure qui ne se justifient plus dans la mesure où l'essentiel du bordé est assemblé par tenons et mortaises et non plus par ligatures. Aussi, cette forme archaïque des membrures peut-elle être considérée comme un trait de conservatisme dans ce premier stade d'évolution. Tous ces navires présentent, comme les navires du premier sous-groupe, des fonds arrondis avec des râblures partielles sur les extrémités de leur charpente axiale.

Le troisième sous-groupe est daté de la deuxième moitié et de la fin du V^{e} s. av. J.-C. et est représenté par les épaves ***Gela 2*** et ***Ma'agan Mikhael***. Ces navires montrent un

stade d'évolution encore plus avancé avec l'essentiel de leur bordé qui est désormais assemblé par tenons et mortaises. Les tenons, longs et étroits, sont voisins de ceux du navire ***Jules-Verne 7*** mais ils sont plus rapprochés sur **le navire de Ma'agan Mikhael** (env. 13 cm) et le réseau gagne ainsi en densité. Les ligatures qui subsistent viennent doubler et renforcer les assemblages par tenons et mortaises des extrémités dans **le navire de Ma'agan Mikhael** (et ***Gela 2*** ?) ou sont utilisées pour effectuer une petite réparation du bordé dans **le navire de Gela**. Les membrures de ces deux navires sont, comme pour les deux premiers sous-groupes, constituées de varangues prolongées par des allonges et elles présentent toujours un profil trapézoïdal "archaïque" mais il est ici moins accentué avec un pied plus large et des faces latérales moins évasées que précédemment. Les membrures sont fixées au moyen de clous pour le navire ***Gela 2*** et au moyen de clous passant au travers de gournables pour le navire ***Ma'agan Mikhael***. Seule la membrure du navire ***Gela 2*** présente encore des évidements sur les faces inférieures de ses varangues destinés, à l'origine, au passage des ligatures du bordé et qui n'a donc plus de raison d'être ici. Le navire ***Ma'agan Mikhael*** présente le même type de charpente axiale que les navires du précédent sous-groupe (quille rectangulaire dépourvue de râblure et prolongées sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot qui sont, elles, entaillées de râblures) tandis que pour le navire ***Gela 2***, dont la quille a disparu, on peut seulement supposer des caractéristiques similaires sans pouvoir, pour autant, l'affirmer. C'est donc surtout au niveau des formes, plus élaborées et de la structure, plus complexe, que l'évolution est la plus sensible. Ces deux navires présentent en effet des fonds de carène qui affectent pour la première fois des fonds pincés avec un retour de galbord prononcé et, pour ***Ma'agan Mikhael***, une quille légèrement arquée et doublée d'une fausse-quille.

C'est à une phase d'évolution intermédiaire, entre le second et le troisième sous-groupe, que P. Pomey propose également de rattacher **l'épave du Golo** qui n'est malheureusement pas datée[1188]. Bien qu'elle ne présente aucun assemblage par ligatures, elle montre en effet de nombreuses analogies de forme et de structure avec les épaves du premier groupe qui permettent de l'inscrire dans la même famille architecturale. En revanche, ses bordés sont entièrement assemblés par tenons et mortaises selon un système très proche de celui de ***Jules-Verne 7***. P. Pomey pense cependant que l'absence de toute mention de ligatures peut aussi conduire à y voir un stade d'évolution plus avancé, voisin de celui de ***Ma'agan Mikhael***.

Cette phase d'évolution s'achève enfin avec un quatrième sous-groupe représenté par un autre navire non "cousu" : **le navire de Kyrenia**, daté de la fin du IV^{e} s. av. J.-C. Ce navire constitue en effet le premier exemple d'un navire entièrement assemblé par tenons et mortaises chevillés selon une technique parfaitement maîtrisée avec des tenons faiblement espacés (deux fois moindre que sur ***Jules-Verne 7***), déterminant ainsi un

[1188] **Pomey 1997**, p. 199.

réseau dense du système. La filiation de ce navire avec les navires précédents est assurée par plusieurs caractéristiques architecturales. En plus d'être construit selon une conception et des procédés identiques, de type « sur bordé », il partage de nombreuses similitudes avec **le navire de Ma'agan Mikhael**, notamment une forme de carène à fond pincé et retour de galbord prenant appui sur une quille fortement arquée, une structure de la charpente axiale avec la présence d'une fausse quille et d'un massif mort au niveau de l'étambot et des membrures de forme triangulaire adaptées aux fonds pincés et fixées au bordé au moyen de clous passant au travers de gournables. Les innovations structurales de ***Kyrenia*** se situent donc au niveau de la quille dont les faces latérales sont désormais entaillées de râblures sur toute sa longueur et de la membrure désormais constituée d'une alternance de varangues et de demi-couples mais qui semble néanmoins être directement issue, selon P. Pomey, de l'ancienne alternance entre membrures de fonds et couples de revers. **Le navire de Kyrenia** constitue ainsi le point d'aboutissement d'une longue évolution mais marque aussi le point de départ d'une autre évolution liée aux caractéristiques de la construction navale gréco-romaine[1189].

C'est également à cette famille architecturale et au sein de cette évolution que l'on doit rattacher **l'épave de Pabuç Burnu** dernièrement découverte en Turquie et datée de la seconde moitié du VI^{e} s. av. J.-C. Les fragments de bordages pour le moment mis au jour montrent en effet un assemblage au moyen de chevilles horizontales largement espacées et de tenons insérés dans les cans des bordages alliés à des ligatures passant au travers d'évidements tétraédriques. Ce navire s'inscrit par ailleurs également dans un contexte grec avec une cargaison de provenance ionienne. La poursuite de la fouille sur cette épave devrait nous permettre, par la suite, de raccrocher plus finement cette épave au sein de cette évolution.

Tous ces bateaux, de tradition grecque archaïque, classique et hellénistique, se rattachent donc à une même famille architecturale et permettent de restituer, sur près de trois siècles, un fragment de l'histoire des techniques au sein de la construction navale antique avec l'introduction et l'adoption de l'assemblage par tenons et mortaises conduisant à une évolution des structures et des formes des carènes.

[1189] **Pomey 1997**, p. 200.

IV. Un ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale

L'ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale est constitué par les épaves ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Jeaume-Garde B***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***Cap del Vol***, ***SM2***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***Baie de l'Amitié*** ainsi que **l'épave de Port la Nautique**. S'inscrivant dans une chronologie étroite, entre la seconde moitié du II^{e} ou début du I^{er} s. av. J.-C. et la seconde moitié du I^{er} s. apr. J.-C., à l'exception de **l'épave de La Tour Fondue** qui, elle, est datée de la seconde moitié du III^{e} s. av. J.-C., ces épaves ont toutes été découvertes dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, sur les côtes françaises (Var, Camargue, Hérault) et espagnoles (Catalogne) (fig. 147). Concernant leurs assemblages, ces bateaux se caractérisent par un bordé entièrement lié par le système d'assemblage de tenons et mortaises chevillés et par une membrure fixée au bordé au moyen d'un système d'assemblage par ligatures internes ou d'un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage, des gournables auxquelles viennent parfois s'ajouter des clous (cf. diagramme n°III + 1.2 ou 2.2). Seul le bateau ***Jeaume-Garde B*** présente un assemblage de sa membrure au moyen de gournables traversées par des clous et c'est seulement pour la réparation de deux membrures que le système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures internes à des gournables, a été utilisé. C'est donc la technique d'assemblage par des points de ligatures internes, pour la fixation des pièces de membrure au bordé, qui permet de regrouper, au sein d'un même ensemble, cette douzaine de bateaux. Ces navires relèvent-ils pour autant d'une même famille architecturale ?

D'emblée, il ressort que l'ensemble de ces navires, avec une structure tripartie comprenant une charpente axiale, un bordé et une charpente transversale, et relevant par ailleurs d'une conception longitudinale sur bordé à laquelle sont associés, lorsqu'ils ont été étudiés, des procédés de construction également sur bordé, relève d'un même système architectural (cf. tableau N).

Au sein de ce système architectural, différents types architecturaux peuvent néanmoins être distingués.

En effet, concernant la structure de cet ensemble de bateaux – à l'exception des épaves ***Jeaume-Garde B***, et ***Port la Nautique*** pour lesquelles nous disposons de trop peu d'informations en raison de la faiblesse des vestiges conservés – les bateaux ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Cap Béar 3*** et ***Barthélemy B*** présentent une charpente axiale relativement similaire avec une quille de section soit quadrangulaire (***Barthélemy B***), soit rectangulaire (***La Tour Fondue***, ***Cavalière***, ***Dramont***

C) ou soit trapézoïdale (***La Roche Fouras***, ***Cap Béar 3***) sur laquelle est pratiquée, sur toute sa longueur (***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Cap Béar 3***) ou simplement sur ses extrémités (***La Tour Fondue***, ***Dramont C***, ***Barthélemy B***), un chanfrein ou une râblure destinée à l'apposition ou à l'insertion du galbord. Cette quille est prolongée, sur tous ces bateaux, par les pièces d'étrave et d'étambot assemblées ensemble au moyen d'un écart en « trait de Jupiter ». **Les navires de Cavalière et de Barthélemy B** présentent en plus un renfort externe de la quille sur son extrémité arrière qui se prolonge sous l'étambot.

À l'inverse, le navire ***SM24*** – auquel on rattache, par association, le navire ***SM2*** – ainsi que les navires ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié*** présentent une quille plus large que haute, voire même "plate" dans le cas des navires ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié***. La quille de ***SM24***, ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié*** ne présente par ailleurs ni râblure ni chanfrein destiné à l'insertion ou à l'apposition du galbord. Sur ces navires, la quille est également prolongée sur ses extrémités par les pièces d'étrave et d'étambot soit au moyen d'un écart en « trait de Jupiter » (***SM24***, ***Cap del Vol***), soit au moyen d'un écart simple (***Baie de l'A*****mitié**). Le navire ***Cap del Vol*** présente en outre une fausse quille et un renfort externe d'étambot ; un même type de renfort est également présumé sur le navire ***Baie de l'Amitié***.

Sur tous ces navires (***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Plane 1***, ***Cap Béar 3***, ***Barthélemy B***, ***SM24***, ***SM2***, ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié***), le bordé est en revanche constitué d'un ensemble de virures assemblées entre elles à franc-bord au moyen de tenons et mortaises chevillés, tandis que la membrure, généralement constituée d'une alternance régulière de varangues et de demi-couples, selon une maille relativement serrée qui varie de 13 à 25 cm selon les navires – à l'exception du navire ***La Tour Fondue*** pour lequel la maille est de 40 cm et du navire ***Plane 1*** pour lequel le système de membrure et la maille n'ont pu être déterminés – est fixée au bordé au moyen de points de ligatures internes, le plus souvent mis en alternance avec des gournables (à l'exception de ***Jaume Garde B*** pour lequel ce type d'assemblage n'est employé que pour la réparation de deux pièces de membrure tandis que le reste de la membrure est assemblé au moyen de gournables que traversent des clous). Le rythme de la membrure est également généralement interrompu au niveau de la localisation du massif d'emplanture avec une succession de varangues continues destinées à renforcer cette zone de la coque (***SM24*** et ***Baie de l'Amitié***). Le massif, voire quelquefois une carlingue, viennent renforcer intérieurement la charpente axiale. Des serres jouent également un rôle de renfort longitudinal de la carène (cf. tableau N).

La forme de la quille et l'implantation du galbord sur celle-ci déterminent par ailleurs trois types de carène. Le premier type, avec une quille de section rectangulaire ou trapézoïdale et un léger retour de galbord est à fonds anguleux (***La Roche Fouras***, ***Cavalière***) ; le deuxième type, avec une petite quille et sans retour de galbord est à fonds

légèrement anguleux (***La Tour Fondue***, ***Dramont C***, ***Cap Béar 3***), voire plats ? (***Barthélemy B***) ; le troisième, enfin, avec une quille plus large que haute, voire une quille plate et une implantation horizontale du galbord contre les joues planes de celle-ci est à fond plat (***Cap del Vol***, ***SM24***, ***SM2*** ?, ***Baie de l'Amitié***) (cf. tableau N).

Tous ces navires, qui relèvent d'un même système architectural, présentent donc une charpente axiale et des fonds de carène différents qui permettent de les classer en trois types architecturaux différents.

Ces types architecturaux correspondent finalement à des types de navires différents que l'on peut classer en deux ensembles bien distincts :

Le premier ensemble, représenté par les bateaux ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C***, ***Cap Béar 3*** et ***Barthélemy B***, correspond à des caboteurs de petites dimensions – entre 8 et 15 m de longueur – et dont le tonnage n'excède pas les 20 tonnes de port en lourd[1190]. Excepté pour les barques ***La Tour Fondue*** et ***Barthélemy B*** pour lesquelles on peut supposer un emploi conjoint de la rame et de la voile, ils sont tous exclusivement propulsés au moyen d'une voile et étaient également probablement tous dirigés au moyen d'un gouvernail latéral, élément de gouverne classique de la marine antique méditerranéenne. L'espace de navigation de ces bateaux est exclusivement de type maritime côtier, soit de proximité pour les bateaux ***La Tour Fondue***, ***Dramont C***, ***Cap Béar 3*** et ***Barthélemy B*** dont l'espace de navigation s'inscrit, pour les trois premiers bateaux, dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen avec un commerce de cabotage effectué entre l'Italie, la Gaule et l'Espagne, ou strictement circonscrit à la seule région de Fréjus pour le bateau ***Barthélemy B*** ; soit de type maritime côtier avec un plus large rayon d'action pour les bateaux ***La Roche Fouras*** et ***Cavalière*** dont l'espace de navigation s'inscrit dans l'ensemble du bassin occidental de la Méditerranée. La quille de ces bateaux leur assurait donc un plan de dérive nécessaire pour évoluer en mer. Le fond plat de la barque ***Barthélemy B*** lui permettait en outre de naviguer dans des eaux peu profondes et venir ainsi s'échouer sur les plages de la côte varoise afin de débarquer sa cargaison. Ce type de bateau ne nécessitait donc pas la présence d'une infrastructure portuaire pour l'accueillir et pouvait simplement être hissé au sec, sur la plage.

Le deuxième ensemble, représenté par les navires ***SM2***, ***SM24***, ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié***, correspond en revanche à des caboteurs de type fluvio-maritime, voire également de type endolagunaire pour les navires ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié***. Il s'agit de navires de grandes dimensions, avoisinant la vingtaine de mètres, voire même, dépassant probablement les 20 m dans le cas des navires ***SM2*** et ***SM24***. Tous ces navires sont propulsés à la voile et étaient également probablement dirigés au moyen d'un gouvernail

[1190] Les navires de commerce dont le port en lourd n'excède pas les 70 t et dont la longueur ne dépasse pas la quinzaine de mètres sont en effet considérés comme des « petits » navires (cf. **Pomey (dir.) 1997**, p. 88).

latéral. L'espace de navigation des navires ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié*** est limité à l'espace maritime côtier du littoral catalan et languedocien, caractérisé par une mer peu profonde, ainsi que, vraisemblablement, aux fleuves côtiers et aux nombreux étangs et lagunes qui bordent cette côte nord-occidentale du bassin méditerranéen. C'est peut-être à un même type de navire et à un même espace de navigation qu'il faut également rattacher **l'épave de Port la Nautique**, découverte dans un des avant-ports présumés de la cité romaine de Narbonne. L'espace de navigation des navires ***SM2*** et ***SM24*** est également limité à l'espace maritime côtier du littoral languedocien, à partir du port de Narbonne, mais est orienté, à l'inverse, vers les côtes de Camargue jusqu'au niveau de l'embouchure du Rhône, où les navires empruntaient alors un des bras du fleuve pour remonter au moins jusqu'en Arles. La charpente axiale de ces navires, quoique présentant une quille de faible section, voire une quille plate, leur permettait ainsi de naviguer dans un espace maritime côtier restreint caractérisé par des bas-fonds et des barres tandis que leur fond plat leur permettait de s'engager dans le domaine des eaux intérieures.

La détermination de ces ensembles repose donc sur la similarité des types architecturaux et des types fonctionnels des bateaux concernés correspondant à un espace de navigation précis. Peut-on pour autant parler de familles architecturales ?

Bien que s'étendant sur une chronologie de plus de deux siècles, il semble que le premier ensemble corresponde à une flottille de bateaux de mer presque, à l'exception de la barque ***Barthélemy B***, en tous points similaires et qu'il est donc possible, en effet, de rattacher à une même famille architecturale.

Concernant le deuxième ensemble, on manque assurément de données archéologiques pour véritablement affirmer que le navire ***SM2*** est en tous points identique au navire ***SM24***, de type fluvio-maritime. Assurant tous deux le commerce du fer entre Narbonne et et au moins Arles, il est cependant fort probable que ces navires appartiennent également à la même flotte de bateaux de commerce présentant une même morphologie et une même structure et on pense assurément, dans ce contexte, aux fameuses allèges d'Arles de l'époque romaine. Il me paraît donc légitime de poser ici l'hypothèse d'une appartenance à une même famille architecturale pour ces deux navires. Les navires de type fluvio-maritime et endolagunaire ***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié*** présentent quant à eux une même morphologie et une même structure et évoluent également dans le même espace de navigation. Il est donc aussi probable que ces deux navires s'inscrivent au sein d'une même famille architecturale qu'il faudrait néanmoins davantage définir.

Bien que présentant des assemblages similaires et un même système architectural, l'analyse de l'ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale

montre la réalité de trois types architecturaux et de deux types de navires différents dont le premier ensemble correspond probablement à une même famille architecturale tandis qu'au sein du deuxième ensemble, ce sont vraisemblablement deux familles architecturales différentes qui peuvent, à titre d'hypothèse, être distinguées.

V. Un ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique

L'ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique est constitué principalement par **les épaves de la lagune Nord de Venise, de Ljubljana**, **de Comacchio**, **d'Aquilée**, **de Padoue**, **de Nin** (**épaves 1 et 2**), **du Stella**, **du Lido de Venise**, **de Corte Cavanella** (**épaves 1 et 2**), **de Cervia** et **de Pomposa**. Ces épaves, ou fragments d'épaves, couvrant une chronologie large s'étalant vraisemblablement du VI^{e} - V^{e} s. av. J.-C. jusqu'au XI^{e} s. apr. J.-C., ont été découvertes dans l'ensemble de l'Adriatique, principalement dans la zone nord-occidentale (**épave de la lagune Nord de Venise**, ***Comacchio***, ***Aquilée***, ***Padoue***, ***Stella***, **épave du Lido de Venise,** ***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia*** et ***Pomposa***), mais également sur la côte dalmate (***Nin 1*** et ***Nin 2***) ainsi qu'un peu plus au nord de l'Adriatique, en Istrie (***Ljubljana***) (fig. 147).

Concernant les assemblages de ces bateaux, on retrouve le système d'assemblage par ligatures longitudinales employé de manière générale pour le montage de l'ensemble de leur bordé ou simplement du fond de carène mais selon des techniques d'assemblage qui varient d'une région à l'autre. On distingue ainsi la région nord-occidentale de l'Adriatique où est mise en œuvre la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°D.), de la côte dalmate et de l'Istrie où c'est la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés, sans éléments de pré-assemblage mais avec des petites chevilles de blocage qui est mise en œuvre (cf. diagramme n°E.). Pour l'assemblage des membrures, à l'exception du **navire de Comacchio** qui emploie un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à des gournables (cf. diagramme n°2.b.), l'ensemble de ces bateaux emploie un système d'assemblage non cousu, au moyen de gournables , auxquelles viennent s'ajouter des clous dans le cas de ***Ljubljana*** (cf. diagramme n°3.).

À l'exception de **l'épave de la lagune Nord de Venise**, datée du VI^{e} - V^{e} s. av. J.-C., c'est donc essentiellement le fait que ces bateaux témoignent d'une survivance de l'assemblage par ligatures jusqu'à une date très tardive – vraisemblablement le XI^{e} s. apr. J.-C. – qui permet de les regrouper au sein d'un même ensemble. La question de leur appartenance à une même famille architecturale se pose alors.

Sur le plan structural, on distingue d'emblée, au sein de cet ensemble, deux systèmes architecturaux différents. D'un côté, on regroupe les bateaux présentant une structure tripartite avec une charpente axiale, un bordé et une charpente transversale et qui

ont été construits selon une conception longitudinale sur bordé avec des procédés de construction, lorsqu'ils ont été étudiés, également sur bordé. Ce premier système architectural regroupe **les bateaux de Comacchio**, du **Lido de Venise** et de **Nin**. De l'autre côte, on regroupe les bateaux à fond plat et pourvus de membrure construits selon une conception sur sole. Ce second système architectural regroupe les bateaux **de Ljubljana**, ***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2*** ainsi que **les bateaux de Cervia** et **de Pomposa**. **Les épaves de la lagune Nord de Venise**, **d'Aquilée**, **de Padoue** et **du Stella** n'ayant été que partiellement conservées, il est impossible de les rattacher à l'un ou l'autre système architectural précédemment déterminé et donc de les prendre en compte dans cette analyse (cf. tableau O).

Au sein du premier système architectural, il est ensuite possible de distinguer trois types architecturaux.

Le premier type, auquel correspond **le navire de Comacchio**, présente une charpente axiale constituée d'une virure centrale aussi épaisse que les autres mais s'épaississant néanmoins vers ses extrémités pour donner lieu au complexe d'étrave et d'étambot auxquels elle est assemblée au moyen d'un écart en biseau renforcé par des clous en fer. À cette charpente axiale, qui détermine ainsi des fonds de carène plats, est liée un bordé constitué de virures assemblées entre elles, à franc-bord, au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire pour les parties basses et au moyen de tenons et mortaises chevillés pour les parties hautes (diagramme n°II.III.D.). La membrure, constituée d'une succession de varangues plates entre lesquelles viennent s'intercaler des couples de revers, est fixée au bordé au moyen d'un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à des gournables (diagramme n°2.1.b.). Les pièces de membrure présentent par ailleurs, sur leur face inférieure, des évidements de forme rectangulaire pour le passage des assemblages par ligatures du bordé (cf. tableau O).

Le deuxième type architectural, auquel correspond **l'épave du Lido de Venise**, présente une charpente axiale constituée de deux virures centrales plus épaisses que les autres et à partir desquelles est monté un bordé entièrement assemblé au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale, sans éléments de pré-assemblage associés, mais avec des petites chevilles de blocage (cf. diagramme n°I.II.D.). L'assemblage charpente axiale-bordé détermine ainsi des fonds de carène plats. La membrure, dont on ne connaît pas le système, est fixée au bordé au moyen de gournables et les pièces de membrure, de section rectangulaire, présentent par ailleurs, sur

leur face inférieure, des évidements de forme semi-circulaire pour le passage des assemblages par ligatures du bordé.

Enfin, le troisième type architectural, auxquels correspondent **les navires de Nin**, présente une véritable quille, plus haute que large, avec une section quadrangulaire dans sa partie supérieure et arrondie dans sa partie inférieure. La quille ne présente ni râblure ni chanfrein et c'est le biseau, pratiqué sur le can du galbord directement en contact avec la quille, qui détermine des fonds de carène légèrement anguleux. Le bordé, monté à partir de cette quille, est constitué de virures assemblées entre elles à franc-bord au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés (cf. diagramme n°I.II.E.). La membrure, vraisemblablement constituée d'une succession de varangues de section rectangulaire, est fixée au bordé – ainsi qu'à la quille – au moyen de gournables. Les pièces de membrure présentent par ailleurs, sur leur face inférieure, des évidements de forme rhomboïdale pour le passage des assemblages par ligatures du bordé (cf. tableau O).

Ces trois types architecturaux correspondent finalement à trois types de navires différents.

L'épave de Comacchio correspond à un caboteur de type fluvio-maritime à fond plat et aux flancs arrondis d'une longueur restituée à 21 m. Son espace de navigation s'inscrit le long de la côte ouest de l'Adriatique, caractérisée par des fonds peu profonds et des barres, ainsi que sur l'estuaire et le réseau hydrographique navigable de la région du delta du Pô. Ce navire était donc propulsé au moyen d'une voile et devait probablement pouvoir être halé dans le domaine des eaux intérieures. Sa charpente axiale, bien que présentant une quille plate, lui permettait ainsi de naviguer dans un espace maritime côtier restreint tandis que son fond plat lui permettait de s'engager dans le domaine des eaux intérieures (cf. tableau O).

L'épave du Lido de Venise correspond ensuite vraisemblablement à un bateau à fond plat de type endolagunaire et fluviale dont on ignore les dimensions. Son espace de navigation est à mettre en relation avec le réseau hydrographique et lagunaire de la région de Venise et on ne peut exclure, en raison de la présence d'une charpente axiale, l'éventualité d'une navigation de type maritime côtière dans le golfe de Venise. Son mode de propulsion et de gouverne restent inconnus (cf. tableau O).

Enfin, **les épaves de Nin** correspondent à des petits navires quillés de mer de moins de 15 m. Leur espace de navigation, de type maritime côtière est à situer le long des côtes dalmates. La présence de toute une série d'îles s'étendant le long de cette côte implique néanmoins plus une navigation de type intérieure, que l'on peut ici qualifier d'"archipelagique", que d'une véritable navigation maritime. Ces navires étaient propulsés au moyen d'une voile avec probablement un gouvernail latéral comme système de gouverne (cf. tableau O).

Au sein du second système architectural, on distingue ensuite deux types architecturaux.

Le premier type architectural, auquel correspond **le bateau de Ljubljana**, présente un fond plat avec des bouchains monoxyles de transition et dont le bordé est constitué de virures assemblées entre elles à franc-bord au moyen de ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés (cf. diagramme n°I.II.E.). La membrure, constituée d'une succession de râbles entre lesquelles viennent s'intercaler des courbes, est fixée au bordé au moyen de gournables et de clous. Les pièces de membrure présentent par ailleurs, sur leur face inférieure, des évidements de forme rectangulaire destinés au passage des ligatures du bordé (cf. tableau O).

Le second type architectural, auxquels correspondent **les bateaux *Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2*** ainsi que **les bateaux de Cervia** et **de Pomposa**, présente également un fond plat mais le passage du fond aux flancs n'est pas ici assuré par un bouchain monoxyle de transition mais simplement pas deux planches assemblées entre elles. L'ensemble du bordé est d'ailleurs lié au moyen de ligatures passées de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale (cf. diagramme n°I.II.D.). La membrure, restituée pour les bateaux de Cervia et de Pomposa, est constituée d'une succession de varangues plates entre lesquelles viennent s'intercaler des couples de revers. Les pièces de membrure présentent par ailleurs, sur leur face inférieure, des évidements de forme triangulaire destinés au passage des ligatures du bordé. Elles sont par ailleurs liées au bordé au moyen de gournables (cf. tableau O).

Ces deux types architecturaux correspondent également à deux types de navires différents.

L'épave de Ljubljana correspond, en raison de son fond plat, de ses bouchains monoxyles de transition et de ses levées d'extrémité, à un chaland ou une barge de type fluvial et lacustre d'une longueur de 30 m. Son espace de navigation est à mettre en relation avec les marais et les nombreux cours d'eau du bassin de Ljubljana, en Istrie. On suppose ainsi que ce chaland était mis en en mouvement au moyen de la technique du halage avec un système de gouverne assuré par une rame-gouvernail.

Les épaves ***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia*** et ***Pomposa*** correspondent, avec leur fond plat et leurs extrémités pincées produisant un profil fuselé, à des barques – et notamment de grandes barques de 12 m dans le cas de ***Cervia*** et ***Pomposa*** –de type fluvial et lagunaire. Leur espace de navigation est à mettre en relation avec le réseau hydrographique de la région du delta du Pô ainsi que probablement, pour **les**

barques de Cervia et **Pomposa**, sur les côtes lagunaires de l'embouchure du Pô. On ne connaît ni leur mode de propulsion ni leur système de gouverne.

Au sein de l'ensemble des bateaux de l'Adriatique, la distinction de deux systèmes architecturaux et, au sein de ces deux systèmes, de plusieurs types architecturaux correspondant à des types de navires particuliers à mettre en relation avec des espaces de navigation spécifiques permet-il, finalement, de parler de familles architecturales ?

Pour la côte nord-occidentale de l'Adriatique, la distinction de deux systèmes architecturaux différents, au sein desquels on retrouve un seul type architectural, permet vraisemblablement d'inscrire les bateaux concernés au sein de deux familles architecturales distinctes avec, d'un côté, une famille regroupant les bateaux à fond plat mais pourvus d'une charpente axiale qui autorise une navigation de type fluvio-maritime et endolagunaire (***Comacchio*** et **l'épave du Lido de Venise**) et, de l'autre, une famille regroupant les barques à fond plat évoluant dans un contexte exclusivement fluvial et endolagunaire (***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia*** et ***Pomposa***). À ces deux familles architecturales correspondent néanmoins une seule tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé.

Sur le versant oriental de l'Adriatique, correspondant à la côte dalmate, les petits navires quillés de mer ***Nin 1*** et ***Nin 2*** peuvent être regroupés au sein d'une autre famille architecturale.

Enfin, au Nord de l'Adriatique, en Istrie, **le chaland de Ljubljana**, destiné à naviguer exclusivement dans le domaine des eaux intérieures, est encore à raccrocher à une autre famille architecturale.

À ces deux dernières familles architecturales correspond également une seule et même tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé, différente encore de celle reconnue pour les épaves de la région nord-occidentale de l'Adriatique.

VI. Conclusion sur la détermination des grands ensembles de navires

Avec le regroupement des navires présentant des assemblages par ligatures en cinq grands ensembles, on a ainsi pu déterminer un certain nombre de familles architecturales.

Pour l'ensemble égyptien, aucune famille architecturale n'a pu être véritablement identifiée. On distingue nénamoins deux sous-ensembles avec avec, d'un côté, **le bateau d'Abydos**, **le navire de Chéops** et **les barques de Dahchour** correspondant à des bateaux "papyriforme" de type fluvial liés à une navigation sur le Nil et qui revêtent une fonction funéraire ou cérémoniale, et de l'autre, **le navire présumé de Licht** correspondant vraisemblablement à un navire de charge rond, également de type fluvial.

Pour l'ensemble phénicien, on a vu que les deux petits caboteurs maritimes, ***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2***, correspondaient vraisemblablement à une famille de navires, d'origine phénicienne, mais pour laquelle nous manquons de données.

Pour l'ensemble grec archaïque, classique et hellénistique (cf. ***Giglio***, ***Pabuç Burnu***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9*** et ***Jules-Verne 7***, ***César 1***, ***Grand Ribaud F***, ***Gela 1***, ***Gela 2***, ***Ma'agan Mikhael***, ***Kyrenia*** et ***Golo***), P. Pomey a montré qu'il s'agissait d'une même famille architecturale au sein de laquelle quatre types architecturaux pouvaient être distingués. Il a également démontré que ces différents types correspondaient en réalité à une évolution des structures et des formes des navires à mettre en relation avec l'évolution des systèmes et des techniques d'assemblage et notamment avec l'introduction et l'adoption de l'assemblage par tenons et mortaises au détriment de l'assemblage par ligatures.

Pour l'ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale, on a pu déterminer la réalité probable de trois familles architecturales, la première correspondant à des petits caboteurs de mer quillés évoluant dans le bassin occidental de la Méditerranée (cf. ***La Tour Fondue***, ***La Roche Fouras***, ***Cavalière***, ***Dramont C*** et ***Cap Béar 3***), la seconde correspondant à des navires de transport à fond plat, mais présentant néanmoins une charpente axiale, de type fluvio-maritime, et évoluant entre Arles et Narbonne (***SM2*** et ***SM24***), et la troisième, enfin, correspondant également à des navires de transport à fond plat, mais pourvus d'une quille plate, de type fluvio-maritime et vraisemblablement endolagunaire, évoluant sur le littoral catalan et languedocien ainsi que dans les eaux intérieures du Languedoc (***Cap del Vol*** et ***Baie de l'Amitié***).

Enfin, pour l'ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique, quatre familles architecturales ont pu être mises en évidence. La première correspond à des bateaux à fond plat, mais néanmoins pourvu d'une charpente axiale, de type fluvio-maritime et évoluant sur la côte occidentale de l'Adriatique ainsi que sur l'estuaire et le réseau hydrographique de la région du delta du Pô (***Comacchio*** et **épave du Lido de Venise**) ; la deuxième famille architecturale correspond à des embarcations à fond plat

dépourvues de quille, de type fluvio-maritime et/ou endolagunaire pour la zone nord-occidentale de l'Adriatique (***Corte Cavanella 1***, ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia*** et ***Pomposa***) ; la troisième famille correspond à un type de bateau fluvial et lacustre à fond plat évoluant dans le bassin de Ljubljana, en Istrie (**chaland de Ljubljana**) ; et enfin, la quatrième famille architecturale correspond à un type de navire de mer quillé, évoluant dans un espace de navigation "archipelagique" le long de la côte dalmate (***Nin 1*** et ***Nin 2***). Au sein des deux premières familles architecturales correspond néanmoins une seule tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé ; de même qu'aux deux dernières familles architecturales correspond également une seule et même tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé, différente encore de celle reconnue pour les épaves de la région nord-occidentale de l'Adriatique.

CHAPITRE 2. ORIGINE GÉOGRAPHIQUE ET CULTURELLE DES DIFFÉRENTES TRADITIONS TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE PAR LIGATURES ET INTERACTION, VOIRE FILIATION ENTRE ELLES

Au sein de ce chapitre, nous allons essayer de déterminer, pour chaque famille et, plus globalement, pour chaque ensemble de navires présentant des assemblages par ligatures similaires, les origines géographiques et culturelles de chaque système et technique d'assemblage par ligatures employé et mise en œuvre dans les coques des bateaux considérés. La question de l'influence entre les différents systèmes et des filiations éventuelles entre les différentes techniques d'assemblage sera également abordée. Enfin, dans la mesure où l'assemblage par tenons et mortaises devient le système d'assemblage dominant en Méditerranée à partir du IV^{e} s. av. J.-C., la question de la survivance de certains systèmes d'assemblage par ligatures, notamment pour la fixation des membrures au bordé sur un groupe de navires grec hellénistique et romains découverts dans la zone nord-occidentale de la Méditerranée ainsi que pour l'assemblage des bordés dans les coques de certains bateaux de la région Adriatique jusqu'à une époque très tardive, sera également posée.

Par ailleurs, contrairement au chapitre précédent, ce chapitre, consacré à l'origine culturelle des assemblages par ligatures, pourra s'appuyer sur l'ensemble des sources présentées et étudiées au sein de la deuxième partie de cette étude, à savoir les sources archéologiques, mais également les sources écrites et iconographiques.

I. Origine des assemblages par ligatures dans la construction navale de l'Égypte ancienne et leurs relations éventuelles avec les assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne

Si, à partir du III^{ème} millénaire av. notre ère, on sait qu'il y eut des échanges entre le monde méditerranéen oriental et l'Égypte pharaonique, et que des bâtiments égyptiens naviguaient par ailleurs en Méditerranée sous le Nouvel Empire (vers 1550-1069 av. J.-C.)[1191] il a aussi été démontré qu'une influence égyptienne sur la construction navale méditerranéenne était peu probable en ce qui concerne la structure des coques[1192]. Qu'en est-il des assemblages enregistrés et caractérisés pour les navires et les bateaux de l'Égypte ancienne pris en compte dans cette étude ?

L'examen des sources iconographiques (cf. p. 82) confirme l'hypothèse de P. Pomey selon laquelle les assemblages par ligatures transversales, employés dans la construction navale de l'Égypte ancienne pour le montage des bordés des embarcations (cf. ***Abydos***, ***Chéops***), trouvent leur origine dans les embarcations de papyrus[1193]. Flotteurs constitués de bottes de roseaux ou de papyrus liées entre elles au moyen de liens transversaux passés dans le sens de la largeur, ce sont vraisemblablement les premiers types d'embarcation à avoir été utilisés en Égypte ancienne et ils sont représentés dès la période prédynastique (IV^{ème} millénaire av. notre ère.) (cf. les sources iconographiques, p. 82). Les premiers bateaux en bois faits de planches assemblées, utilisés pour la navigation sur le Nil et attestés en Égypte ancienne dès la fin du IV^{ème} millénaire avec **le bateau de la fosse n°10 d'Abydos**, transposent alors ce système d'assemblage pour le montage de leur bordé. De ce fait, ce système d'assemblage particulier est propre à l'Égypte ancienne et ne se rencontre dans aucune autre construction extérieure à l'Égypte, aussi bien en Méditerranée, à l'époque antique, que dans le reste du monde au travers des exemples ethnographiques de bateaux cousus que l'on connaît. Ce qui fait dire à L. Basch que « les premières embarcations égyptiennes sont foncièrement africaines, non méditerranéennes, et [que] leurs descendantes ont évolué en vase clos, toujours en fonction de la navigation sur le Nil »[1194].

Aucun des autres procédés d'assemblage employés dans la construction navale de l'Égypte ancienne pour le montage des bordés, qu'il s'agisse des points de ligatures

[1191] **Meeks 1997**, p. 179.
[1192] Cf. notamment **Basch 1987**, p. 48 ; **Pomey 1997**, p. 200 et **Pomey dans Pomey (dir.) 1997**, p. 62 ; **Meeks 1997**, p.175-194.
[1193] **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132 de leur manuscrit.
[1194] **Basch 1987**, p. 52.

indépendants ou des tenons bloqués sur le côté par des petites cales, n'est par ailleurs attesté en Méditerranée, ni par une épave de l'Âge du Bronze, ni par une épave phénicienne, ni encore par une épave grecque ou romaine.

En revanche, l'assemblage des membrures au moyen de points de ligatures externes (***Chéops*** et possiblement ***Licht***, en association avec des gournables) est un système d'assemblage universel que l'on retrouve employé aussi bien sur les navires phéniciens (***Mazarron 1*** et ***Mazarron 2***) que sur les navires grecs (***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9***) et romain (***Comacchio***). Ce système d'assemblage, que l'on retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée de manière spontanée, n'est donc pas un critère déterminant pour lui attribuer une origine égyptienne et correspond probalement à une même solution apportée à un même problème technique.

Une autre particularité propre à la construction navale de l'Égypte ancienne concerne également l'ensemble des assemblages, cousus ou non cousus. Qu'il s'agisse, pour le montage du bordé, du système d'assemblage par ligatures transversales, des points d'assemblage par ligatures indépendants et du système d'assemblage par tenons et mortaises, ou qu'il s'agisse, pour la fixation de la membrure au bordé, du système d'assemblage par des points de ligatures externes ou de l'insertion de gournables, aucun de ces assemblages ne ressort en effet sur l'extérieur de la coque. Les canaux percés dans l'épaisseur du bordé, et destinés au passage de la ligature, ne transpercent effectivement jamais l'épaisseur du bordé. Quant aux assemblages par tenons et mortaises, si les tenons sont bloqués, sur **le navire de Licht**, par des petites cales parallèles, c'est également pour éviter de traverser l'épaisseur du bordé. Les Égyptiens connaissaient en effet le système d'assemblage par des tenons bloqués par des petites chevilles enfoncées transversalement puisqu'ils l'utilisent pour la confection de meubles et plus directement, en rapport avec la construction navale, pour les assemblages de la cabine du **navire de Chéops**[1195]. Cela montre ainsi clairement la volonté des constructeurs, depuis la construction des premiers bateaux de planches assemblées, de ne pas transpercer la coque des navires pour réaliser les assemblages. Il en résulte des coques à l'aspect extérieur parfaitement lisse et dont l'étanchéité était ainsi plus facile à assurer. Dans la construction navale antique méditerranéenne, seuls **les navires de Mazarron et de Comacchio** présentent le même type de procédé pour les canaux destinés au passage de la ligature d'assemblage de la membrure. Le bordé du navire de Comacchio, de même que tous les bateaux de Méditerranée dont les bordés sont cousus, présentent en revanche des canaux percés soit de manière oblique, soit de manière verticale, mais qui ressortent toujours sur la face externe des bordés. Cette constatation, ajoutée à l'éloignement géographique et

[1195] **Haldane 1996**, p. 235.

chronologique des navires égyptiens, permet ainsi de rejeter également une quelconque influence égyptienne sur la construction des navires de Mazarron et de Comacchio et met plutôt en évidence le choix technique des constructeurs pour le perçage des canaux destinés uniquement au passage des ligatures d'assemblage de la membrure.

Cet ensemble de constats, concernant notamment le système d'assemblage par ligatures transversales qui s'oppose radicalement, dans sa conception, sa réalisation et son fonctionnement, au système d'assemblage par ligatures longitudinales caractéristique de la construction navale antique méditerranéenne, conduit à rejeter l'éventualité d'une influence égyptienne dans les techniques navales méditerranéennes. La construction navale de l'Égypte ancienne, de même que la construction navale antique méditerranéenne, semble donc bien constituer une entité à part qu'il convient d'étudier en tant que telle.

II. Origine des différents assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne et leurs relations entre eux

A. Les assemblages par ligatures dans la construction navale antique de tradition phénicienne

Le système d'assemblage des **navires de Mazarron**, pour lesquels le bordé est assemblé par des tenons et mortaises chevillés associés vraisemblablement à des coutures pour assurer le calfatage des joints de virures tandis que la membrure est assemblée par des points de ligatures externes, pose de nombreuses questions. En l'absence de données supplémentaires concernant notamment le réseau d'assemblage par tenons et mortaises et le mode de calfatage éventuel faisant appel à des ligatures, il est en effet difficile de voir si ces petits caboteurs s'inscrivent dans une phase d'évolution des assemblages ou s'ils correspondent, plus simplement, à une tradition de type locale, propre à l'Ibérie du sud.

Pour le moment, seul l'emploi de tenons et mortaises pour la liaison du bordé de ces navires permettrait de conforter une origine phénicienne de cet assemblage comme le laisse supposer un certain nombre d'éléments et notamment les épaves d'Ulu Burun et du Cap Gelidonya[1196], de même qu'un texte de Caton qualifiant l'assemblage par tenons et mortaises de *« coagmenta punicana »* (*De Agricultura*, XXI, 18, 9)[1197]. Quant à l'assemblage de la membrure au bordé au moyen de points de ligatures externes, celui-ci relève, on l'a vu, d'une technique d'assemblage universelle que l'on rencontre aussi bien dans la construction navale de l'Égypte ancienne (***Chéops*** et possiblement ***Licht***), que dans la construction navale grecque (***Giglio***, ***Bon Porté 1***, ***Cala Sant Vicenç***, ***Jules-Verne 9***) et romaine (***Comacchio***).

Les réponses aux interrogations que posent les navires de Mazarron sont donc capitales dans la mesure où il s'agit, d'une part, des seuls vestiges de navires d'origine phénicienne découverts dans l'ensemble du bassin Méditerranéen et que, d'autre part, les rapports entre la construction navale phénicienne et la construction navale gréco-romaine demeurent jusqu'à présent inconnus.

[1196] Les épaves d'Ulu Burun et du Cap Gelidonya, toutes deux découvertes sur les côtes turques et datées, pour la première, de la fin du XIV^{e} s. av. J.-C. et, pour la seconde, de la fin du XIII^{e} s. av. J.-C., présentent en effet un système d'assemblage par tenons et mortaises chevillés pour la liaison de leurs bordés qui conduit, en raison de la provenance de ces deux navires située sur les côte côte syro-palestiniennes ou de Chypre, à privilégier l'hypothèse des côtes du Proche-Orient comme origine de ce système d'assemblage (cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132 de leur manuscrit).

[1197] Pour plus de détails concernant cette hypothèse développée par P. Pomey, cf. **Pomey 1997**, p. 201 et **Kahanov, Pomey 2004**, p. 24-25.

B. Les assemblages par ligatures dans la construction navale de tradition grecque ancienne

Le système d'assemblage par ligatures longitudinales associé, pour le montage du bordé, à des éléments de pré-assemblage et des évidements tétraédriques pour le passage des ligatures, est caractéristique de la construction navale antique de tradition grecque archaïque et classique. Les tétraèdres, percés sur les bords des virures et auxquels aboutissent les canaux destinés au passage des ligatures, sont en effet spécifiques à cette famille architecturale de bateaux et ne connaissent aucun équivalent à travers les diverses techniques d'assemblage par ligatures, que ce soit dans la construction navale antique méditerranéenne ou dans les exemples de bateaux cousus que l'on connaît par l'ethnographie.

Concernant l'origine géographique et culturelle de cette tradition technique, P. Pomey et Y. Kahanov proposent de voir, sur la base de la localisation du chantier de construction, de la provenance de la cargaison et du matériel de bord ou encore du type de construction des navires concernés, une origine grecque orientale, et plus précisément ionienne[1198].

Concernant les chantiers de construction, les bateaux ***Jules-Verne 9***, ***Jules-Verne 7*** et ***César 1***, datés du dernier quart du VI^{e} s. av. J.-C., sont très vraisemblablement issus d'un chantier massaliète. Construits par la troisième génération de Phocéens installés à Massalia depuis 600 av. J.-C., il s'agirait donc, par conséquent, de constructions d'origine grecque orientale, et plus précisément d'origine ionienne. Le chantier de construction du navire ***Ma'agan Mikhael*** a, quant à lui, été situé, d'après les approvisionnements de bois employés pour sa construction, sur les côtes ioniennes, au nord-ouest ou à l'ouest des côtes de la Turquie actuelle.

En relation avec la cargaison, et surtout au matériel de bord transporté, l'origine des autres navires appartenant à cette même famille architecturale est à situer dans un contexte économique massaliète pour ***Bon Porté 1***, ainsi que vraisemblablement pour ***Cala Sant Vicenç***, dans un contexte grec-oriental pour ***Giglio*** et pour ***Kyrenia***, dans un contexte ionien pour **le navire de Pabuç Burnu** et dans un contexte grec, et plus précisément de Grande Grèce, pour les navires ***Gela 1*** et ***Gela 2***.

Seule l'identité du navire ***Grand Ribaud F*** fait encore débat dans la mesure où sa cargaison est d'origine étrusque, en provenance directe d'Étrurie. Cependant, les particularités architecturales relevées sur l'épave sont clairement caractéristiques de cette famille de bateaux cousus de tradition grecque et ce navire trouve donc naturellement sa place ici.

[1198] **Pomey 1997** ; **Kahanov, Pomey 2004**, *addendum*, p. 26.

L'origine de cette tradition technique est en revanche plus difficile à déterminer dans la mesure où cet ensemble de navires correspond, à l'exception des navires phéniciens de Mazarron, aux plus vieux bateaux cousus découverts en Méditerranée. Si le plus ancien bateau de cette famille date du début du VI^e^ s. av. J.-C. (***Giglio***), la tradition d'assemblage des bateaux grecs au moyen de ligatures est néanmoins attestée dès le VIII^e^ s. av. J.-C. avec les récits d'**Homère** à propos de la flotte achéenne dans l'***Iliade*** et probablement du bateau qu'Ulysse construit pour quitter l'île de la nymphe Calypso, dans l'***Odyssée*** (cf. les sources écrites, p. 63 et 64). **Les poêlons de Syros** attesteraient peut-être également, selon l'hypothèse proposée par L. Basch, de l'existence de bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures en mer Égée au III^ème^ millénaire av. notre ère (cf. les sources iconographiques, p. 90). Pour autant, aucune de ces sources, que ce soit Homère, à travers ses écrits, ou les représentations gravées sur les poêlons de Syros, n'apporte de précisions sur la technique d'assemblage mise en œuvre pour le montage des bordés des bateaux dont il est question. Ces sources suggèrent néanmoins une origine plus ancienne de la tradition technique d'assemblage par ligatures des bateaux grecs, à situer en mer Égée.

Puisant vraisemblablement ses origines dans des périodes très anciennes du monde grec ancien, l'assemblage par ligatures, employés par les Grecs d'origine ionienne, va cependant disparaître en moins de trois siècles pour laisser la place à l'assemblage par tenons et mortaises. Les épaves ***Jules-Verne 7*** et ***César 1*** témoignent de l'introduction de cet assemblage, au côté de l'assemblage par ligatures, dans le dernier quart du VI^e^ s. av. J.-C., tandis que le poète **Eschyle** et l'historien **Thucydide** semblent également attester, dans le contexte culturel maritime de la Grèce de la première moitié du V^e^ s. av. J.-C., de l'emploi de ce nouvel assemblage. Dans la première moitié du V^e^ s. av. J.-C., **Eschyle** évoque en effet, au sein d'une même pièce (***Les Suppliantes***), un « navire cousu avec des cordes de lin » (134-135) ainsi qu'un navire « lié ensemble avec des chevilles » (846), le premier renvoyant sans aucun doute à un bateau cousu et le second, peut-être à un navire assemblé au moyen de tenons et de mortaises (cf. les sources écrites, p. 69). Dans la seconde moitié du V^e^ s. av. J.-C., **Thucydide** (I.XIII.2) explique quant à lui que les Grecs utilisaient des techniques de construction « modernes » pour construire leurs navires de guerre ; cette nouvelle méthode de construction pourrait bien être l'adoption du système d'assemblage par tenons et mortaises dont P. Pomey pense, à titre d'hypothèse, qu'elle pourrait être liée au développement de la trière grecque au cours du VI^e^ s. av. J.-C.[1199].

Le système d'assemblage par ligatures longitudinales associé, pour le montage du bordé, à des éléments de pré-assemblage et des évidements tétraédriques pour le passage des ligatures, trouve donc vraisemblablement des origines très anciennes, dans le monde

[1199] **Pomey 1997**, p. 201.

égéen du III^{ème} millénaire av. J.-C. Il n'est cependant véritablement attesté par l'archéologie qu'à partir du début du VI^{e} s. av. J.-C. avec cette série d'épaves découvertes dans l'ensemble du bassin méditerranéen et appartenant à la même famille architecturale de bateaux grecs archaïques, classiques et hellénistique d'origine grecque orientale, et plus précisément ionienne. À partir de la fin du VI^{e} s. av. J.-C., ces mêmes Grecs adopteront néanmoins le système d'assemblage par tenons et mortaises, présumé être d'origine phénicienne[1200]. Cet emprunt de technologie résulte probablement des contacts entre les différentes marines du monde méditerranéen qui remontent, selon E. Linder, à l'Âge du Bronze[1201]. On s'explique alors difficilement ce décalage avec la période à laquelle les Grecs ont commencé à employer le système d'assemblage par tenons et mortaises. Selon P. Pomey, c'est en effet seulement avec la deuxième phase de la colonisation grecque, à l'occasion de laquelle Grecs et Phéniciens vont réellement se rencontrer et s'affronter, que l'emprunt technologique du système d'assemblage par tenons et mortaises par les Grecs a véritablement eu lieu[1202].

À partir de la fin du IV^{e} s. av. J.-C., l'assemblage par tenons et mortaises a finalement définitivement supplanté l'assemblage par ligatures et domine alors dans l'ensemble du bassin méditerranéen. On a vu que les causes de cette adoption étaient liées à la solidité de ce système d'assemblage qui permettait de construire des unités architecturales plus grandes et donc, avec un tonnage plus important. Néanmoins, l'assemblage par ligatures n'a pas totalement disparu et est toujours employé en certains endroits de la Méditerranée : pour l'assemblage des membrures sur une série de navires romains datés essentiellement du I^{er} av. au I^{er} apr. J.-C. et découverts exclusivement dans la zone nord-occidentale de la Méditerranée, et pour l'assemblage des bordés de bateaux de l'Adriatique datés de l'époque romaine jusque vraisemblablement au haut Moyen Âge.

C. Les assemblages par ligatures internes pour la fixation des membrures dans la construction navale antique de tradition grecque hellénistique et romaine : origine et survivance

Le système d'assemblage par des points de ligatures internes pour la fixation de la membrure au bordé est caractéristique, on l'a vu, d'un ensemble de bateaux d'origine grecque hellénistique et romaine de Méditerranée nord-occidentale. Bien que regroupant des types architecturaux différents, à mettre en relation avec des espaces nautiques différents, ce système d'assemblage singulier, qui traduit une même tradition technique, est néanmoins utilisé dans le cadre de la construction navale gréco-romaine présentant des

[1200] Cf. **Pomey 1997**, p. 201 ; **Kahanov, Pomey 2004**, p. 24-25 et **Pomey, Rieth à paraître**, p. 132.
[1201] **Linder dans Black 2003 (ed.)**, p. 147-149.
[1202] **Pomey 1997**, p. 201.

bordés assemblés par tenons et mortaises chevillés. Ce système pose alors la question de l'origine de cette tradition technique.

Concernant l'origine géographique de cet ensemble de bateaux, il faut rappeler que toutes les épaves s'y rapportant ont été découvertes en Méditerranée occidentale et plus précisément dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen, en correspondance avec l'espace de navigation de ces bateaux déterminé comme étant soit maritime côtier, de proximité ou avec un plus large rayon d'action, soit fluvio-maritime, voire également endolagunaire. Parmi ceux-ci, les navires ***Cavalière*** et ***Baie de l'Amitié*** ont éventuellement pu être construits en Méditerranée centrale, voire en Méditerranée orientale[1203]. Il est donc difficile de fixer, pour cet ensemble de bateaux, une origine géographique commune. S. Wicha, qui travaille plus spécifiquement sur l'origine de ces navires à partir de la détermination des essences utilisées dans leur construction et de l'analyse paléobotanique des résines recouvrant le fond des coques ou obstruant les gorges des assemblages par ligatures, devrait sans aucun doute pouvoir apporter des réponses à ces interrogations. Pour le moment, il est néanmoins assuré que ces navires s'inscrivaient dans un contexte grec hellénistique pour **le navire de La Tour Fondue**, reconnu comme étant d'origine massaliète, et romain pour les autres bateaux de cet ensemble.

Concernant l'origine culturelle de cet assemblage singulier, plusieurs pistes peuvent être considérées. La première concerne la **pièce de superstructure** isolée découverte sur l'une des deux épaves puniques de **Marsala**, datée du milieu du III^{e} s. av. J.-C. (cf. les sources archéologiques, p. 241 + fig. 85c). Cette pièce, dont la fonction exacte n'a pas été déterminée, présente en effet le même système d'assemblage que celui enregistré sur cet ensemble de bateaux, à savoir des points de ligatures bloquées par des chevilles, mis en alternance avec un autre type d'assemblage, en l'occurrence, ici, des clous. La découverte de cette pièce indique que cette tradition technique, concernant ce système d'assemblage, était utilisée en contexte punique. Cependant, et c'est la seconde piste exploitable, l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9*** a révélé la présence singulière d'une pièce interprétée comme étant un couple de revers également assemblé au bordé au moyen de ce système, les points de ligatures étant mis en alternance, ici, avec des gournables (cf. les sources archéologiques, p. 171 + fig. 74g). Cette pièce de membrure atteste donc de cette technique antérieurement et suggérerait une origine grecque, et plus précisément massaliète, pour ce système d'assemblage. Également d'origine massaliète, le petit navire grec hellénistique ***La Tour Fondue*** témoigne à son tour, trois siècles plus tard, de l'emploi de ce système d'assemblage, mais cette fois, pour la fixation de l'ensemble de sa membrure.

[1203] Cf. **Wicha *et al.* 2003**.

En définitive, si **l'épave 1 de Marsala** révèle que les constructeurs puniques connaissaient ce système d'assemblage interne, ils ne l'employaient pour autant pas dans la construction même de leurs navires, mais pour la réalisation de pièces de superstructure. Les constructeurs grecs, en revanche, connaissaient cet assemblage dès l'époque archaïque et l'employaient alors pour l'assemblage de pièces de membrure, mais de manière timide puisqu'ils le réservaient à l'assemblage de couples de revers. Ce système ne sera finalement et véritablement adopté par les Grecs qu'au III^{e} s. av. J.-C., avec le bateau de **La Tour Fondue** pour lequel ce système d'assemblage est employé pour l'ensemble de la membrure. Très peu d'épaves du III^{e} s. av. J.-C. ont été découvertes jusqu'à présent et il est donc impossible de voir si ce système d'assemblage s'était alors répandu dans l'ensemble de la construction navale de Méditerranée ou si il était au contraire limité aux seules constructions massaliètes, comme paraissent le montrer les épaves ***Jules-Verne 9*** et ***La Tour Fondue***. Quoiqu'il en soit, il semble que les Grecs, et peut-être plus précisément les Massaliètes, aient transmis cette tradition technique à leurs descendants romains qui adoptèrent, pour une partie d'entre eux, ce système technique que l'on retrouve aujourd'hui sur une dizaine d'épaves découvertes en Méditerranée occidentale et datées de la seconde moitié du II^{e} s. ou début du I^{er} s. av. J.-C. jusqu'à la seconde moitié du I^{er} s. apr. J.-C.

Les variantes de ce système d'assemblage, relevées au sein de ce groupe d'épaves (cf. tableau D et fig. 114), amènent par ailleurs à poser la question d'une évolution technique de ce système depuis l'épave grecque hellénistique ***La Tour Fondue***. Cette épave présente en effet, pour l'assemblage de ses membrures, une succession unique de points de ligatures internes, sans alternance avec d'autres éléments d'assemblage, alors que les épaves romaines plus tardives présentent des schémas divers où les points de ligatures alternent avec d'autres éléments d'assemblage, le plus souvent des gournables. On peut donc penser que **l'épave de La Tour Fondue** présente une variante archaïque de ce système qui aurait ensuite évolué après son adoption par les constructeurs romains. La pièce de membrure, interprétée comme étant un couple de revers, mise au jour sur l'épave grecque archaïque ***Jules-Verne 9***, de même que **l'élément de superstructure** isolé découvert en relation avec l'épave punique du III^{e} s. av. J.-C. de **Marsala**, montrent cependant que le système d'assemblage mixte, associant des points de ligatures internes à d'autres éléments d'assemblage, était déjà connu et employé à des périodes antérieures à celle de **l'épave de La Tour Fondue**. Par conséquent, les variations dans les schémas d'assemblage de la membrure au bordé ayant recours à des points de ligatures internes ne sont pas à mettre en relation avec une évolution quelconque de ce système d'assemblage mais plutôt avec des pratiques de chantiers. Selon les chantiers, le recours à un schéma classique ou plus singulier du système d'assemblage devait en effet probablement varier

selon les habitudes et l'expérience que les constructeurs devaient avoir de telle ou telle variante de ce système, d'autant que les gournables de blocage des ligatures prévenaient également, de la même façon que les autres éléments d'assemblage mis en alternance avec les points de ligatures, le glissement des membrures contre le bordé.

Les raisons de la survivance de cette tradition technique pratiquement jusqu'à la fin du I^{er} s. apr. J.-C. s'expliquent enfin, selon moi, pour de simples raisons pratiques d'efficacité. On a vu, en effet, dans l'analyse des différents systèmes d'assemblage par ligatures, que ce système permettait à la fois de plaquer fermement la pièce de membrure assemblée contre le bordé tout en évitant tout glissement latéral de la membrure grâce à la présence des gournables de blocage auxquelles viennent s'ajouter, dans le cas des systèmes d'assemblage mixtes, d'autres gournables simples et/ou des clous (cf. 3ème partie, p. 530). De plus, le fait que la ligature soit interne la protège du milieu extérieur, soit de tout frottement et de l'humidité par contact direct avec l'eau ; elle est ainsi protégée d'une usure prématurée et ne devait pas nécessiter, par conséquent, son remplacement régulier comme c'est le cas dans les autres systèmes d'assemblage par ligatures. Plus que la raison de sa survivance, c'est donc plutôt la raison de son abandon qui mérite d'être posée. La réponse à cette interrogation est plus délicate à formuler et peut-être faut-il y voir, du point de vue des constructeurs, une mise en œuvre plus longue et plus complexe, donc plus contraignante, que celle d'un système d'assemblage mixte associant des clous à des gournables et dont l'efficacité est tout aussi manifeste.

D. Les assemblages par ligatures dans la construction navale de l'Adriatique à l'époque romaine et au haut Moyen Âge : origine et survivance

Les assemblages par ligatures dans la construction navale de l'Adriatique sont attestés, comme pour le reste de la Méditerranée, depuis le VI^{e} ou le V^{e} av. J.-C. (cf. **l'épave de la lagune Nord de Venise**). Loin de disparaître, en revanche, à la fin du IV^{e} av. J.-C., les assemblages par ligatures continuent à être employés en Adriatique, notamment pour le montage des bordés, durant toute l'époque romaine (cf. ***Ljubljana***, ***Comacchio***, ***Aquilée***, ***Padoue***, ***Nin 1***, ***Nin 2***, ***Stella***, **l'épave du Lido de Venise**, ***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2***). Les derniers témoignages de bateaux assemblés au moyen de ligatures datent par ailleurs de l'Antiquité tardive et vraisemblablement du haut Moyen Âge (***Cervia***, ***Pomposa***). Cet ensemble de bateaux, on l'a vu, correspond à des systèmes et des types architecturaux différents, à mettre en relation avec des espaces de navigation spécifiques. Il présente également des systèmes et des techniques d'assemblage divers, selon les zones géographiques de l'Adriatique considérées, qui amènent à se poser

la question de leur origine culturelle. La survivance de l'assemblage par ligatures dans une région où les constructeurs connaissaient et employaient par ailleurs l'assemblage par tenons et mortaises amène également à s'interroger sur les raisons de cette survivance jusqu'à une époque aussi tardive[1204].

Qu'ils soient à fond plat et pourvus ou non d'une charpente axiale, les bateaux de la région nord-occidentale de l'Adriatique, et plus particulièrement de la région du delta du Pô, se caractérisent par un même système d'assemblage par ligatures longitudinales pour le montage de leur bordé réalisé au moyen de la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux obliques aboutissant sur la face externe des bordés à des cavités de forme quadrangulaire ou trapézoïdale et produisant une couture croisée sur les joints de virures internes (cf. **l'épave de la lagune Nord de Venise**, ***Comacchio***, **l'épave du Lido de Venise**, ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia***, ***Pomposa***). Cette technique d'assemblage, avec les canaux obliques ressortant sur la face externe du bordé et la couture croisée, rappelle fortement celle mise en œuvre sur les bateaux grecs archaïques et classiques. Les deux grandes différences portent d'une part sur l'absence, dans les bateaux romains et médiévaux, d'évidements tétraédriques creusés le long des bords des virures et correspondant à la sortie des canaux pour le passage des ligatures ainsi que, d'autre part, sur l'absence d'éléments de pré-assemblage (chevilles et/ou tenons) pour la mise en place des virures. À la place des évidements tétraédriques, caractéristiques de la construction grecque archaïque et classique, on trouve, dans les bateaux de l'Adriatique, de simples canaux obliques mais qui aboutissent cependant, sur les angles des faces externes des virures, à des cavités de forme rectangulaire ou trapézoïdale. Chargées de recueillir la ligature lors de son passage sur la face externe afin que celle-ci ne soit en proéminence et ne s'use ainsi prématurément, ces cavités jouent également le même rôle que les évidements tétraédriques, à savoir fournir une certaine marge de sortie à la mèche qui effectue le perçage des canaux obliques à partir du bord opposé à celui où se trouve la cavité ou l'évidement (cf. 3ème partie, p. 508). Plus simples à réaliser, les évidements de forme rectangulaire ou trapézoïdale des bateaux romains et médiévaux de l'Adriatique jouent donc le même rôle dans les procédés d'assemblage que les évidements tétraédriques des bateaux grecs. La grande différence entre les bateaux grecs et les bateaux plus tardifs de l'Adriatique concerne donc l'emploi d'éléments de pré-assemblage que l'on trouve dans les premiers bateaux et non dans les seconds. La fonction première de ces éléments, comme leur nom l'indique, est de tenir en place les bordages entre eux de manière provisoire afin d'effectuer les tracés préliminaires des évidements à percer pour le passage des ligatures et de permettre également de maintenir en forme les virures pour leur assemblage effectif au moyen des ligatures. On a vu, avec la construction du modèle

[1204] Cette question a notamment fait l'objet d'un DEA à l'Université de Provence sous la direction de M. P. Pomey (cf. **Marlier 2000**) et a fait également l'objet de deux publications (cf. **Marlier 2002** ; **à paraître b**).

d'étude de Comacchio, que bien que faisant défaut pour la réalisation des assemblages du bordé, ces éléments n'en étaient pas, pour le moins, indispensables (cf. 3ème partie, p. 542). En revanche, une fois les assemblages réalisés, ces éléments de pré-assemblage assurent une nouvelle fonction en prévenant tout risque de cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures entre elles ; ils participent donc à la cohésion du bordé lors de la navigation. Étant donné l'importance de ces éléments dans le fonctionnement du système d'assemblage, on peut s'interroger sur leur absence au sein des bordés cousus des bateaux romains et médiévaux de l'Adriatique. Deux hypothèses semblent pouvoir être proposées. La première de ces hypothèses repose sur une "dégénérescence", en quelque sorte, du système d'assemblage par ligatures longitudinales qu'employaient les Grecs pour la construction de leurs bateaux et qui aurait pu, de ce fait, entraîner la disparition de ces éléments de pré-assemblage. Le fragment de bordé cousu provenant de la lagune Nord de Venise montre cependant une absence de ces éléments de pré-assemblage également pour l'époque archaïque en Adriatique. La seconde hypothèse repose sur la mise en relation des bateaux cousus de l'Adriatique avec leur espace de navigation. On a vu en effet que ces éléments, utilisés au départ pour faciliter le montage et l'assemblage des virures, servaient ensuite à la cohésion des bordés lors de la navigation. Dans le cas des bateaux cousus grecs, il s'agit soit d'une navigation côtière de proximité ou côtière régionale, soit d'une navigation hauturière alliée à un commerce de grand cabotage : dans tous les cas, il s'agit d'une navigation maritime de type méditerranéenne, c'est-à-dire une navigation sur une mer imprévisible qui se caractérise par des coups de vents aussi violents que soudains. À l'inverse, les bateaux présentant des bordés cousus dans la région nord-occidentale de l'Adriatique évoluent dans des milieux de navigation soit de type fluvio-maritime (***Comacchio***, ***Cervia*** et ***Pomposa*** ainsi que possiblement **l'épave du lido de Venise**) soit de type endolagunaire et fluvial (***Corte Cavanella 1*** et ***Corte Cavanella 2***), en relation avec le réseau hydrographique important du Pô et de ses affluents ainsi que des nombreux marais et lagunes bordant le littoral occidental de l'Adriatique. Ces espaces de navigation restreints et pratiquement fermés correspondent ainsi à des espaces de navigation probablement plus calmes et moins agités, n'infligeant pas aux coques des bateaux des tensions et des pressions aussi fortes que celles subies en Méditerranée. Cette seconde hypothèse expliquerait ainsi l'absence d'éléments de pré-assemblage pour les bordés cousus des bateaux de l'Adriatique, et ce, dès l'époque archaïque. Une troisième hypothèse, proposée par C. Beltrame, pour expliquer l'absence de ces éléments de pré-assemblage dans les bateaux de l'Adriatique, repose sur le système de membrure composé d'une succession de varangues selon une maille plus serrée que celle enregistrée sur les bateaux grecs[1205]. La membrure des bateaux de l'Adriatique, plus resserrée, participerait donc également à la cohésion de l'ensemble de la structure. S'il est certain que la fixation

[1205] **Beltrame 2000**, p. 93.

des pièces de membrure sur le bordé participent à la cohésion de la carène, la maille, à l'exception du **navire de Comacchio** pour lequel on enregistre un écartement de l'ordre de 45 cm, ne s'est pas véritablement resserrée sur les bateaux de l'Adriatique puisque celle enregistrée sur ***Corte Cavanella 1*** est comprise entre 60 et 100 cm tandis que celle de ***Corte Cavanella 2*** est 72,5 cm environ, soit des mesures comparables à celles enregistrées sur les bateaux grecs archaïques et classiques (cf. 96-98 cm à l'époque archaïque et 70-84 cm à l'époque classique). C'est donc bien plutôt le mode de fixation de la membrure au bordé, au moyen de gournables associées à des points de ligatures externes (***Comacchio***) ou au moyen de gournables seules (cf. **l'épave du Lido de Venise**, ***Corte Cavanella 2***, ***Cervia*** et ***Pomposa***) qui permet une meilleure cohésion de l'ensemble, à l'inverse du système d'assemblage précaire au moyen de points de ligatures seuls employé sur les bateaux grecs, qu'une évolution dans la maille de la membrure.

En définitive, la technique d'assemblage, mise en œuvre pour la liaison des bordés dans les bateaux de la zone nord-occidentale de l'Adriatique de l'époque romaine et du haut Moyen Âge, semble dériver de celle adoptée par les Grecs anciens. C'est néanmoins une imitation simplifiée et moins rigoureuse de cette dernière technique que l'on observe sur les bateaux de l'Adriatique[1206]. Plus simple et plus rapide à réaliser, elle n'en était pas moins soignée, comme l'a montré la construction du **modèle de Comacchio**, et permettait de réaliser un système d'assemblage solide grâce à la couture croisée produite par le passage de la ligature effectuant plusieurs "transfilages" d'une extrémité à l'autre des virures. Par ailleurs, la disparition des éléments de pré-assemblage, loin d'apparaître comme une dégénérescence de la technique grecque, s'explique en réalité par une adaptation de ces bateaux de l'Adriatique à un milieu de navigation essentiellement situé en eaux intérieures ainsi que par l'adoption des gournables pour la fixation des membrures au bordé.

L'autre technique d'assemblage employée dans les bateaux de l'Adriatique pour la liaison des virures entre elles, selon un système d'assemblage par ligatures longitudinales, est la technique d'assemblage par des ligatures passant de manière continue au travers de canaux verticaux traversant de part en part l'épaisseur des bordés. Cette technique est mise en œuvre sur **les petits navires quillés de Nin** de la côte dalmate ainsi que sur **le chaland à fond plat**, dépourvu de charpente axiale, **de Ljubljana**, en Istrie. Dans le premier cas, le mode de passage de la ligature dessine une ligne brisée sur les joints de virures internes, tandis que dans le second cas, il forme une ligne en zigzag. Cette technique d'assemblage ne trouve aucun antécédent dans la construction navale antique méditerranéenne. Outre la simplicité de sa mise en œuvre révélée par la construction du **modèle d'étude de Nin**, le

[1206] L'écart entre les canaux de passage, sur les bateaux de l'Adriatique, est ainsi quasiment trois fois plus espacé que sur les bateaux grecs (moyenne de 7,3 cm pour ***Comacchio***, ***Cervia*** et ***Pomposa*** contre 2,5 cm pour les bateaux grecs) (cf. **Marlier 2002**, p. 25).

système d'assemblage réalisé selon cette technique s'avère également très moyenne en terme de solidité et de cohérence. Le manque de solidité s'explique par le passage de la ligature qui n'effectue qu'un seul "transfilage" d'une extrémité à l'autre des virures, produisant ainsi une ligne brisée ou en zigzag. L'absence d'un passage retour fait donc défaut pour assurer un assemblage solide et résistant. Le manque de cohérence est encore une fois lié, *a priori*, à l'absence d'éléments de pré-assemblage jouant un rôle au cours de la navigation en prévenant le risque de cisaillement des ligatures par le jeu longitudinal des virures les unes contre les autres. Cette absence s'explique encore une fois probablement par l'assemblage des membrures dont la fixation au bordé, assurée désormais par des gournables (***Nin 1*** et ***Nin 2***) ou par des gournables et des clous (***Ljubljana***), assure la cohésion de l'ensemble de la structure au cours de la navigation. Elle s'explique également probablement, dans le cas du **chaland de Ljubljana**, par le milieu de navigation dans lequel s'inscrit ce bateau. De type fluvial et lacustre, cet espace de navigation fermé implique probablement une navigation relativement calme qui n'inflige pas à la coque de fortes pressions ou de fortes tensions nécessitant la présence impérative d'éléments de pré-assemblage jouant un rôle dans la cohésion du bordé au cours de la navigation. L'espace de navigation **des navires de Nin**, de type "archipelagique", bien qu'il s'apparente à un espace de navigation fermé, présente au contraire des conditions de navigations plus délicates. Cet espace est en effet marqué par le soulèvement soudain de forts vents qui rendent la navigation périlleuse. On imagine alors, dans ce cas, que la présence d'éléments de pré-assemblage, malgré la fixation des membrures au bordé au moyen de gournables, devait faire défaut pour assurer une cohésion parfaite du bordé lorsque la coque subissait, au cours de ces navigations difficiles, des déformations.

En définitive, on ignore l'origine d'une telle technique d'assemblage pour le montage des bordés produisant un système d'assemblage à la fois peu solide et peu cohérent. Ces faiblesses sont néanmoins compensées par la fixation de la membrure au bordé, assurée au moyen de gournables, voire de clous, et par l'adaptation, dans le cas du **chaland de Ljubljana**, à un espace de navigation particulier, en eaux intérieures. Il est par ailleurs fort probable qu'un tel système d'assemblage, réalisé selon cette technique, bien qu'on le trouve employé ici sur **les petits navires de Nin**, n'aurait pas été utilisé pour des navires évoluant en pleine mer ; il risquerait en effet de se révéler inadapté car trop fragile aux moindres déformations de la coque.

Concernant les assemblages de la membrure, seul **le navire de Comacchio**, parmi tous les bateaux de l'Adriatique découverts jusqu'à ce jour, présente un assemblage employant des ligatures. Il s'agit en réalité d'un système d'assemblage mixte associant des points de ligatures externes à des gournables. La technique d'assemblage, employée pour la réalisation des points de ligatures externes, se rapproche **des navires de Mazarron**

avec l'appui des points de ligatures sur deux virures adjacentes ; tandis que le mode de passage de la ligature, avec les extrémités de la ligature qui viennent s'enrouler, de chaque côté de la membrure, le long des autres ligatures, est commun au **navire de Chéops**. Ces analogies correspondent cependant à une réponse technique apportée à un même problème et n'impliquent en aucun cas une influence égyptienne. Il s'agit par ailleurs d'une technique d'assemblage universelle qui ne permet pas de lui attribuer une origine culturelle précise (cf. *supra*).

Les assemblages par ligatures employés en Adriatique, depuis au moins l'époque archaïque, trouvent donc des liens, pour les bateaux de la zone nord-occidentale de l'Adriatique, avec la tradition grecque archaïque et classique. L'adaptation de cette tradition technique, pour l'assemblage des bordés, se perpétue dans cette région au moins jusqu'à l'Antiquité tardive, voire jusqu'au haut Moyen Âge. Sur la côte dalmate et en Istrie, la présence de bateaux cousus est également attestée à l'époque romaine mais selon des techniques d'assemblage différentes qui ne trouvent aucun précédent dans la construction navale antique méditerranéenne. Cette survivance des assemblages par ligatures, dans cette région spécifique de la Méditerranée, soulève des interrogations dans la mesure où l'assemblage par tenons et mortaises est employé de manière unanime et exclusive dans le reste du bassin méditerranéen et qu'il est en outre connu des constructeurs de l'Adriatique, comme nous le montrent **les épaves de Comacchio et du Stella** (cf. tableau O). Comment expliquer alors, au regard de ces contradictions, la survivance de l'assemblage par ligatures en Adriatique ?

Pour expliquer les raisons de la survivance des bateaux cousus dans la région Adriatique, plusieurs arguments ont déjà été évoqués pour tenter de répondre à cette interrogation[1207].

Le premier de ces arguments fait référence au poids des traditions, très fort dans le domaine de la construction navale, qui aurait permis de conserver un savoir-faire au fil des générations[1208]. C'est particulièrement vrai pour la côte dalmate et l'Istrie où les Liburniens et les Istriens sont réputés pour leur tradition d'assemblage de leurs navires au moyen de ligatures. Pompeius Festus rapporte ainsi que « **Verrius** pense que l'on désigne par ce nom [le nom de *serilia*] les navires dont se servent les Istriens et les Liburniens, et qui sont garnis de lin et de sparte » (***De Verborum significatu***, 509.4) (cf. les sources écrites, p. 665). Le lin et le sparte, dont parle Verrius Flacus au I^{er} s. apr. J.-C., font ainsi référence aux assemblages des navires au moyen de ligatures et dont témoignent directement **les épaves de Nin et de Ljubljana**. Pour la région du delta du Pô, aucun témoignage littéraire direct ne fait référence à une quelconque tradition d'assemblage des bateaux au moyen de ligatures. Les références d'auteurs latins à des bateaux assemblés au

[1207] Cf. **Marlier 2002**, p. 28-30 ; **à paraître b**.
[1208] **Pomey 1981**, p. 238 ; **1985**, p. 41.

moyen de ligatures, tels que **Varron** (cité par Aulu Gelle, XVII, 3, 4), **Virgile** (***Énéide***, VI, 413-414) et **Pline** (***H.N.***, XXIV, 65), sont cependant suffisamment précises et explicites pour que l'on puisse penser que ces auteurs des I^er^ s. av. et I^er^ s. apr. J.-C. avaient une connaissance directe de ces bateaux cousus (cf. les sources écrites, p. 72, 73 et 76). Par ailleurs, la découverte dans cette région **des épaves de Comacchio, de Cervia et de Pomposa**, ainsi que des nombreux fragments provenant de bateaux cousus, témoigne directement de l'existence d'une tradition forte pour les constructeurs de cette zone d'assembler leurs bateaux au moyen de ligatures. Cette tradition, si l'on en croit la datation proposée pour **l'épave de Pomposa**, aurait survécu au moins jusqu'au XI^e^ s. apr. J.-C. C'est donc un fort conservatisme qui aurait permis à cette tradition d'assemblage des navires au moyen de ligatures de survivre. Mais ce conservatisme ne peut expliquer à lui seul ce phénomène de survivance.

Il a alors été proposé, et c'est le deuxième argument, que l'aire géographique même de l'Adriatique aurait pu jouer un rôle de « conservatoire » dans ce phénomène de survivance[1209]. Dans quel sens ? Serait-ce la position géographique même de l'Adriatique, en retrait du bassin méditerranéen, qui aurait maintenu cette région à l'écart des innovations techniques, et notamment, dans le domaine de la construction navale, au passage de l'assemblage par tenons et mortaises ? La réponse est non, car bien avant la conquête romaine, la mer Adriatique est déjà une mer très fréquentée et sous l'empire, les régions du delta du Pô, de la côte Dalmate et la région de Ljubljana sont des zones ouvertes aux échanges et participent activement au commerce maritime et fluvial[1210]. La plaine du delta du Pô (qui s'étend de Rimini à Monfalcone), au débouché de la mer Adriatique, entretient en effet durant toute l'Antiquité des échanges actifs entre son espace de navigation intérieur et sa façade maritime[1211]. Sur la façade est, la côte Dalmate se trouve à l'interface entre le nord de l'Adriatique et la partie orientale de la Méditerranée (Égée, Mer Noire, Levant, Égypte). Le long de ce littoral de l'Adriatique, on a vu avec les épaves de Nin que le port d'*Aenona* (Nin) est particulièrement important aux I^er^ et II^e^ s. apr. J.-C. puisqu'il se situe sur l'une des routes maritimes les plus fréquentées sous l'empire romain[1212]. Enfin, la région de Ljubljana, située en Istrie, est un lieu de passage très important et très fréquenté entre l'Italie, les régions alpines, la région Adriatique et la zone danubienne[1213]. Deux cours d'eau y sont notamment très importants pour les liaisons fluviales : il s'agit de la Ljubljanica, à proximité de laquelle le chaland de Ljubljana a été découvert, et de la Save. Par conséquent, on imagine mal comment, dans une région où le trafic maritime et fluvial était important, les constructeurs navals aient pu ignorer le système d'assemblage par tenons et mortaises. L'aménagement de la partie supérieure de

[1209] **Carre 1996**, p. 204.
[1210] Pour les routes maritimes en Adriatique à l'époque romaine, cf. **Jurišić 2000**.
[1211] **Chevallier 1980**, p. 69-70.
[1212] **Wilkes 1969**, p. 203-206.
[1213] **Gaspari 1998 a** ; **Pavan 1991**, p. 41-57.

la première préceinte **du navire de Comacchio**, pour un assemblage par tenons et mortaises, de même que **l'épave du Stella**, témoignent d'ailleurs incontestablement de cette connaissance. Nombreuses sont également les épaves découvertes dans la région Adriatique qui attestent de ce système d'assemblage pour l'ensemble du bordé[1214]. Si certains constructeurs de l'Adriatique continuent ainsi à construire leurs navires selon la tradition archaïque d'assemblage par ligatures, c'est donc pour une raison bien précise.

Cette raison, et ce sera le troisième argument, est peut-être à mettre en relation avec les milieux de navigation dans lesquels évoluaient les bateaux cousus de l'Adriatique[1215]. Les trois régions dans lesquelles ont été découverts ces bateaux présentent en effet des espaces de navigation aux caractéristiques très particulières qui les apparentent à des espaces de navigation intérieurs. La région du delta du Pô est en effet un espace de navigation de type fluvio-maritime qui se caractérise par un réseau hydrographique intérieur très dense avec de nombreux cours d'eau, des canaux aménagés à l'époque romaine, des marais et des lagunes ainsi que par un littoral aux fonds sableux très peu importants avec, à proximité du rivage, une succession de cordons littoraux formés par la houle marine et les courants. Cet espace de navigation réclame donc des bateaux et des embarcations aux caractéristiques structurelles particulières : à fond plat et à faible tirant d'eau. Les bateaux destinés à naviguer dans cette région représentent ainsi un type local bien déterminé, adapté à ce milieu de navigation particulier, comme en témoignent notamment **les épaves de Comacchio, de Cervia et de Pomposa**. Plus au nord, l'espace de navigation de la région de Ljubljana, qui se rattache au bassin danubien, se caractérise par des marais et des rivières sans contact direct avec la mer Adriatique. Ce milieu de navigation très fermé exige ainsi des bateaux à fond plat et à très faible tirant d'eau tel que **le chaland de Ljubljana** qui présente un tirant d'eau de 40 cm. Enfin, sur le littoral est de l'Adriatique, la côte dalmate se caractérise par une côte rocheuse abrupte et très découpée devant laquelle s'étend toute une succession d'îles formant de vastes archipels. Il s'agit donc ici d'un espace de navigation maritime, mais très particulier car délimité par cette côte dentelée et ces archipels qui l'apparentent à un espace de navigation fermé, de type "archipelagique". Cet espace est en outre marqué par une météorologie souvent changeante avec parfois de forts vents tels que la bora et le sirocco qui rendent la navigation périlleuse, voire impossible[1216]. Cette partie centrale du littoral dalmate est donc particulièrement dangereuse pour les gros navires et suppose l'usage de navires de mer de petit tonnage pour pouvoir circuler avec aisance dans cet espace. **Les navires de Nin** correspondent tout à fait ce type de navire. Ces trois régions de l'Adriatique présentent ainsi des espaces de navigation spécifiques qui exigent des bateaux aux

[1214] Cf. notamment les épaves de navires de commerce romains du I^er^ s. découvertes dans la lagune de Grado (**Tortorici 1997**, p. 320-323) et à Monfalcone, près d'Aquilée (**Bertacchi 1976**).
[1215] **Pomey 1985**, p. 41.
[1216] **Jurišić 2000**, p. 53-54.

caractéristiques particulières : pour chaque espace de navigation, on a donc un type de bateau local. Ces bateaux effectuent une navigation limitée dans l'espace qui leur est propre. Ils ont une activité, soit commerciale avec le transport de marchandises soit de pêche, voire peut-être militaire pour **le chaland de Ljubljana**, qui s'inscrit donc dans un contexte local. En comparaison avec les gros navires de commerce maritimes romains qui naviguent dans un espace maritime large et prennent place dans une économie élargie à l'échelle de l'empire, ces bateaux locaux devaient relever d'une construction modeste qui n'exigeait pas un investissement important en termes de travail et de solidité des assemblages[1217]. Or, l'assemblage par ligatures des bateaux cousus de l'Adriatique répond pleinement à ces exigences. Comparé aux assemblages par ligatures particulièrement élaborés des bateaux cousus grecs archaïques et classiques, ce sont en effet des assemblages simples qui devaient être, en outre, plus faciles et plus rapides à réaliser qu'un assemblage par tenons et mortaises. Percer des canaux obliques, et encore plus élémentaire, des canaux verticaux, sur le bord des planches de bordé est en effet une opération plus rapide à réaliser que de tailler toute une série de mortaises sur les cans des bordages. Et si les ligatures présentent l'inconvénient de se détendre et de se détériorer rapidement au contact de l'eau, leur réparation est relativement aisée. Leur réfection est ainsi une opération normale qui est effectuée couramment comme nous le montrent les documents ethnographiques dont nous disposons à ce sujet (cf. 3ème partie). Par conséquent, l'assemblage par ligatures, que les constructeurs maîtrisaient parfaitement, devait être pleinement adapté aux exigences des constructeurs et des populations locales.

En définitive, le phénomène de survivance de l'assemblage par ligatures dans l'Adriatique s'explique, outre par le poids des traditions dans le domaine de la construction navale, par des espaces de navigation particuliers pour lesquels l'emploi d'assemblages par ligatures, pour la construction de bateaux locaux, s'avère être suffisant.

[1217] **Beltrame 1996/1997**, p. 141.

III. Conclusion sur l'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leurs relations entre elles

En conclusion de ce chapitre, l'étude attentive des systèmes d'assemblage par ligatures employés pour le bordé et leur origine montre que le système d'assemblage transversal de l'Égypte ancienne s'oppose radicalement, dans sa conception, sa réalisation et son fonctionnement, au système d'assemblage longitudinal employé dans la construction navale antique méditerranéenne. Les assemblages par ligatures employés au sein de la construction méditerranéenne montrent, de leur côté, une grande diversité avec une origine grecque pour la plupart d'entre eux. Le système d'assemblage par ligatures longitudinales associé, pour le montage du bordé, à des éléments de pré-assemblage et des évidements tétraédriques et employé sur les bateaux grecs archaïques et classiques trouve ainsi une origine grecque orientale, et plus précisément ionienne, dont les racines remonteraient peut-être au III^{ème} millénaire av. notre ère. De cette tradition technique découle vraisemblablement la technique d'assemblage simplifiée que l'on observe pour la liaison des bordés dans les bateaux de la zone nord-occidentale de l'Adriatique à l'époque romaine et au haut Moyen Âge et pour laquelle la disparition des éléments de pré-assemblage s'explique probablement par une adaptation de ces bateaux à un milieu de navigation essentiellement situé en eaux intérieures ainsi que par l'adoption des gournables pour la fixation des membrures au bordé. C'est aussi peut-être à une origine grecque, et plus précisément massaliète, qu'il faut rattacher la tradition technique d'assemblage des membrures au moyen de points de ligatures internes. En revanche, l'origine culturelle des assemblages des navires de Mazarron est pour le moment impossible à établir même si leur contexte punique est assuré. Il est néanmoins certain que l'on ne se trouve ni dans le même système, ni dans la même évolution que les navires d'origine grecque archaïque. On ignore également l'origine de la technique d'assemblage mise en œuvre pour le montage des bordés sur les bateaux de la côte dalmate et de l'Istrie aboutissant à la production d'un système d'assemblage à la fois peu solide et peu cohérent mais dont les faiblesses sont toutefois compensées par la fixation de la membrure au bordé au moyen de gournables ainsi que de clous pour *Ljubljana*. Cette tradition technique particulière s'inscrit néanmoins dans un contexte méditerranéen. Quant à la tradition technique d'assemblage de la membrure au bordé par des points de ligatures externes, celle-ci paraît s'être développée spontanément aussi bien en Égypte ancienne (*Chéops*, et possiblement *Licht*) que dans l'ensemble du bassin méditerranéen (*Mazarron 1*, *Mazarron 2*, *Giglio*, *Bon Porté 1*, *Jules-Verne 9*, *Cala Sant Vicenç*, *Comacchio*). Il s'agit donc d'une tradition technique universelle.

La survivance des assemblages par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne après la fin du IV^{e} s. av. J.-C. s'explique par ailleurs pour plusieurs raisons. Pour les navires et les bateaux hellénistique et romains datés de la seconde moitié du III^{e} ou du début du I^{er} s. av. J.-C. à la seconde moitié du I^{er} s. apr. J.-C., et pour lesquels l'assemblage par ligatures internes est encore employé pour la fixation des membrures au bordé, la survivance de cet assemblage s'explique pour des raisons d'efficacité et de performance. Il permet en effet de plaquer fermement la membrure contre le bordé et ses gournables de blocage, de même que les autres éléments d'assemblage – des gournables, voire des clous – qui peuvent être mis en alternance avec les points de ligatures, permettent d'éviter tout glissement latéral de la membrure contre le bordé. Pour les bateaux de l'Adriatique, pour lesquels l'assemblage par ligatures est employé – essentiellement pour le montage des bordés – jusqu'à la fin de l'Antiquité et vraisemblablement jusqu'au haut Moyen Âge, la survivance de cet assemblage s'explique en revanche pour des raisons essentiellement économiques. L'assemblage par ligatures, dans l'ensemble de l'Adriatique, continue en effet à être employé pour la construction de bateaux locaux s'inscrivant dans des espaces de navigation particuliers qui correspondent, ou s'apparentent, à des espaces de navigation fermés. Dans ce contexte, les techniques d'assemblage par ligatures, dont le savoir-faire s'est transmis de génération en génération, s'avèrent donc être suffisantes et expliquent ainsi leur emploi jusqu'à une époque aussi tardive.

CONCLUSION GÉNÉRALE OU SYNTHÈSE

L'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne repose, au départ, sur un nombre de sources d'étude (écrites, iconographiques et archéologiques) limité et dont les apports se révèlent être très inégaux. De fait, si les sources iconographiques témoignent peut-être de l'existence de bateaux de planches assemblées au moyen de ligatures dès le III^{ème} millénaire av. notre ère en mer Égée et si les sources écrites attestent vraisemblablement de l'usage de bateaux cousus dans le monde grec archaïque au VIII^{e} s. av. J.-C. ainsi que de la survivance de l'assemblage par ligatures jusqu'à la fin de l'Antiquité tardive, ils n'apportent en revanche aucun détail technique sur les assemblages eux-mêmes. C'est donc uniquement à travers l'étude des sources archéologiques que les systèmes et les techniques d'assemblage par ligatures ont pu être caractérisés.

On constate ainsi, au sein de la construction navale antique méditerranéenne, une diversité et une richesse des assemblages ayant recours à la ligature avec la détermination, pour le bordé, d'un système d'assemblage par ligatures longitudinales auquel peuvent être associées trois techniques d'assemblage. On distingue, en revanche, pour la membrure, deux systèmes d'assemblage par ligatures, le système d'assemblage par ligatures externes, auquel sont associées trois techniques d'assemblage, et le système d'assemblage par ligatures internes, auquel est associée une seule technique d'assemblage.

L'examen des sources archéologique a également montré que les assemblages par ligatures pouvaient être employés soit exclusivement pour la liaison de l'ensemble du bordé et/ou de la membrure, soit conjointement à un autre système d'assemblage, par tenons et mortaises pour le montage du bordé et par chevillage et/ou clouage pour la fixation de la membrure ; ce sont alors des systèmes d'assemblage mixtes. Les combinaisons, entre assemblages du bordé par ligatures et/ou tenons et mortaises et assemblages de la membrure par ligatures et/ou chevillages/clouage, sont ainsi nombreuses. Ne rentrent en revanche pas dans la catégorie des systèmes d'assemblage mixtes les systèmes employés pour le montage du bordé qui associent des éléments de pré-assemblage (chevilles et/ou tenons) à des assemblages par ligatures. Dans la mesure où les éléments de pré-assemblage ne jouent pas, à l'inverse des ligatures, un rôle actif dans la liaison et le maintien des pièces entre elles, il s'agit en effet de systèmes d'assemblage par ligatures au sens strict du terme. Les assemblages par ligatures peuvent finalement intervenir pour des réparations dans des coques entièrement assemblées par tenons et mortaises pour le bordé et par chevillage et/ou clouage pour la membrure. Il

s'agit alors d'assemblages qui ne sont pas d'origine mais qui n'en sont pas, pour le moins, des assemblages actifs. On rencontre également l'assemblage par ligatures employé pour la liaison de pièces de superstructures.

L'analyse de ces systèmes et de ces techniques d'assemblage par ligatures, effectuée à travers l'approche d'un certain nombre de sources ethnographiques, le développement d'un programme d'archéologie expérimentale et l'étude des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages, a également permis d'appréhender les procédés de réalisation de différentes techniques d'assemblage par ligatures et de finalement mieux comprendre le fonctionnement des divers systèmes d'assemblage par ligatures (en termes de solidité, de performance présumée, de longévité et donc de réfection *etc*.). Globalement, il ressort de cette analyse que les assemblages par ligatures, employés pour la construction des navires antiques, se révèlent – à quelques exceptions près – élaborés et soignés laissant ainsi présumer de leur bon fonctionnement et de leur solidité.

La caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures a par ailleurs permis de regrouper les navires antiques de Méditerranée au sein de quatre grands ensembles. À travers l'étude des systèmes et des types architecturaux, il a également été possible de voir qu'à ces grands ensembles de navires correspondait une, voire plusieurs familles architecturales. Ainsi, pour l'ensemble phénicien, sommes-nous vraisemblablement en présence d'une famille architecturale mais pour laquelle nous manquons de données. À l'ensemble grec archaïque, classique et hellénistique correspond une même famille architecturale, bien déterminée, au sein de laquelle quatre types architecturaux peuvent être distingués. Ces différents types, correspondant tous à des navires de mer quillés, relèvent par ailleurs d'une évolution des structures et des formes des navires à mettre en relation avec l'évolution des systèmes et des techniques d'assemblage et notamment avec l'introduction et l'adoption de l'assemblage par tenons et mortaises au détriment de l'assemblage par ligatures. Pour l'ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale correspondent vraisemblablement trois familles architecturales ; il s'agit pour la première de petits caboteurs de mer quillés, pour la seconde de navires de transport fluvio-maritimes à fond plat, mais présentant néanmoins une charpente axiale, et pour la troisième de navires de transport fluvio-maritimes et vraisemblablement endolagunaires à fond plat, mais pourvus d'une quille plate. Enfin, à l'ensemble archaïque, romain et haut médiéval de l'Adriatique correspondent quatre familles architecturales ; il s'agit pour la première de bateaux fluvio-maritimes à fond plat, mais néanmoins pourvus d'une charpente axiale, pour la seconde d'embarcations fluvio-maritimes et/ou endolagunaires à fond plat dépourvues de quille, pour la troisième famille de bateau fluvial et lacustre à fond plat, et enfin, pour la quatrième, de navires de mer quillé, évoluant dans un espace de navigation de type "archipelagique". Aux deux

premières familles architecturales de cet ensemble correspond néanmoins une seule et même tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé ; de même, aux deux dernières familles architecturales correspond également une seule tradition technique d'assemblage par ligatures pour la liaison des virures de bordé.

À travers l'analyse des systèmes et des types architecturaux, il a également pu être clairement mis en évidence que les assemblages par ligatures pouvaient être employés, au sein de la construction navale antique méditerranéenne, aussi bien dans des constructions sur bordé que dans des constructions sur sole, et aussi bien pour des navires quillés de mer, à fonds arrondis ou légèrement anguleux, destinés à évoluer dans des espaces de navigation côtiers ou hauturiers, que pour des bateaux à fonds plats, dépourvus de quille ou dotés d'une charpente axiale, destinés à évoluer dans des espaces de navigation fluviaux et/ou endolagunaires ou encore fluvio-maritimes. Les assemblages par ligatures semblent ainsi pouvoir être employés pour la construction de tous types de navires. Ils ne sont cependant jamais employés pour l'assemblage des fonds de carène présentant des retours de galbord. En effet, dans ce type de structure évoluée qui apparaît en Méditerranée à partir du milieu du V^{e} s. av. J.-C. (*Gela 2*, *Ma'agan Mikhael*), c'est l'assemblage par tenons et mortaises qui est employé pour lier les fonds de carène, tandis que les autres parties du navire peuvent encore être assemblées au moyen de ligatures. Cela montre bien les limites des assemblages par ligatures, employés uniquement dans les fonds de carène présentant des fonds plats, arrondis ou légèrement anguleux, soit des formes simples. Les navires assemblés au moyen de ligatures sont également limités dans leurs dimensions. Si les sources archéologiques révèlent en effet une gamme assez large des navires assemblés entièrement ou en partie au moyen de ligatures, allant de 8-10 m, pour les plus petits, à 40 m pour les plus grands, les navires entièrement assemblés au moyen de ligatures ne dépassent guère les 20 m de longueur (cf. *Giglio*, *Cala Sant Vincenç* et *Comacchio*)[1218]. Ces limites, dans les formes et les dimensions, et donc dans les tonnages, expliquent ainsi l'abandon progressif des assemblages par ligatures au profit du système d'assemblage par tenons et mortaises pour le montage du bordé et du système d'assemblage par chevillage et/ou clouage pour la fixation de la membrure. Ces systèmes d'assemblage, outre l'intérêt de leur longévité qui, contrairement aux assemblages par ligatures, n'ont pas à être refaits régulièrement, permettent en effet une construction plus solide des coques amenant ainsi au développement de structures et de formes plus

[1218] Si le navire de 40 m en question (***Chéops*** qui présente une longueur de 43,63 m exactement) est effectivement entièrement assemblé au moyen de ligatures, il s'agit néanmoins d'un bateau de type fluvial dont on ne sait pas s'il a réellement navigué. Par ailleurs, si **le navire de Comacchio** présente, il est vrai, un bordé assemblé en partie au moyen de tenons et mortaises chevillés, il s'agit uniquement des parties hautes de la carène et tout le reste, y compris l'ensemble de sa membrure, est entièrement assemblé au moyen de ligatures.

complexes ainsi qu'au développement d'unités au tonnage plus élevé[1219]. Définitivement adopté à partir de la fin du IV^e^ s. av. J.-C. dans l'ensemble de la Méditerranée, l'assemblage par tenons et mortaises pour le montage du bordé et l'assemblage par chevillage et/ou clouage pour la fixation de la membrure supplantent alors les assemblages par ligatures. Ceux-ci ne disparaissent pas pour autant totalement puisqu'on les retrouve pour l'assemblage des pièces de membrures au sein de l'ensemble grec hellénistique et romain de Méditerranée nord-occidentale ainsi que pour l'assemblage, essentiellement des bordés, dans des bateaux de l'Adriatique et ce, vraisemblablement jusqu'au haut Moyen Âge.

Ces phénomènes de survivance de traditions techniques d'assemblages par ligatures pour certains navires localisés en des endroits précis du bassin méditerranéen s'expliquent par plusieurs raisons. Pour les navires grec-hellénistique et romains datés de la seconde moitié du III^e^ av. J.-C. à la seconde moitié du I^er^ s. apr. J.-C., la survivance de cette tradition technique d'assemblage de la membrure au moyen de ligatures s'explique pour des raisons d'efficacité et de performance. Plutôt que sa survivance, c'est donc plus, finalement, son abandon qui mérite d'être justifié – abandon probablement dû à une mise en œuvre plus contraignante. Pour les bateaux de l'Adriatique, pour lesquels l'assemblage par ligatures est encore employé – essentiellement pour le montage des bordés – jusqu'à la fin de l'Antiquité et vraisemblablement jusqu'au haut Moyen Âge, la survivance de cet assemblage est en revanche liée à la notion d'espace de navigation. L'assemblage par ligatures, dans l'ensemble de l'Adriatique, continue en effet à être employé pour la construction de bateaux locaux s'inscrivant dans des espaces nautiques particuliers qui correspondent, ou s'apparentent, à des espaces de navigation fermés en relation avec des contextes économiques limités et bien définis. Dans ces environnements, les techniques d'assemblage par ligatures, dont le savoir-faire s'est transmis de générations en générations, s'avèrent donc suffisantes et justifient leur emploi jusqu'à une époque aussi tardive.

Concernant finalement l'origine géographique et culturelle des différentes traditions techniques d'assemblage par ligatures et leurs relations entre elles, l'étude attentive des assemblages par ligatures employés pour le bordé a d'abord montré que le système d'assemblage longitudinal, caractéristique de la construction navale antique méditerranéenne, s'opposait radicalement, dans sa conception, sa réalisation et son fonctionnement, au système d'assemblage transversal, caractéristique de l'Égypte ancienne. L'étude des assemblages par ligatures employés dans la construction méditerranéenne a également montré une grande diversité des traditions techniques avec

[1219] **Steffy 1994**, p. 419-422 ; **Pomey 1997**, p. 201.

une origine grecque présumée pour la plupart d'entre elles, ce que tendrait à confirmer l'étude des sources écrites et iconographiques. Seule la tradition technique d'assemblage de la membrure au bordé par des points de ligatures externes paraît s'être développée de manière spontanée aussi bien en Égypte ancienne que dans l'ensemble du bassin méditerranéen autant pour des navires d'origine phénicienne, que pour des navires d'origine grecque ou romaine ; il s'agit donc d'une tradition technique universelle.

Les objectifs, fixés au départ de cette recherche, ont donc été globalement atteints. Ce travail, effectué dans le cadre d'un doctorat, ne constitue cependant pas une fin en soi et les différentes pistes de recherches qui ont été développées ont vocation à être approfondies, de même que les perspectives qui résultent de ce travail sont encourageantes. Le bilan global est donc le suivant.

Un corpus de référence doublé d'un examen attentif de l'ensemble des sources (écrites, iconographiques et archéologiques) ayant trait aux navires présentant des assemblages par ligatures a été établi. Par la suite, ce corpus est bien sûr destiné à être complété par la découverte de nouvelles épaves qui permettront peut-être, en plus de venir grossir l'ensemble des sources archéologiques, de reconsidérer les sources écrites et iconographiques à la lueur des données nouvelles qu'elles sont susceptibles de fournir.

Les systèmes et les techniques d'assemblage employés et mises en œuvre au sein de la construction navale antique méditerranéenne mais aussi égyptienne ont été à la fois définis, caractérisés et analysés. La caractérisation des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures, avec la mise au point d'une terminologie précise et la construction d'un diagramme mettant en relation les divers systèmes et les différentes techniques d'assemblage rencontrés au sein de la construction navale antique égyptienne et méditerranéenne devraient ainsi pouvoir servir de référence et d'outils de travail pour l'étude de toutes nouvelles épaves de bateaux "cousus" mises au jour. Cette terminologie et ce diagramme, en tant qu'outils, ont également vocation à être modifiés et complétés en fonction des nouvelles découvertes à venir et des nouvelles approches susceptibles d'être développées. L'analyse, à travers une approche ethnographique, le développement d'un programme d'archéologie expérimentale et l'analyse des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages, est également destinée à être approfondie. Les références ethnographiques peuvent ainsi être élargies, le programme d'archéologie expérimentale, limité à la construction de quatre modèles d'étude, peut être relancé afin d'expérimenter d'autres systèmes et d'autres techniques d'assemblage par ligatures, et les analyses des types de ligatures et des matériaux employés pour la réalisation des assemblages doivent être multipliées et plus largement exploitées.

L'analyse des systèmes et des types architecturaux des navires recensés au sein du corpus d'étude a également souligné la diversité des bateaux assemblés au moyen de

ligatures mais en a aussi montré les limites, notamment dans les formes et les dimensions des navires cousus, expliquant ainsi l'abandon des assemblages par ligatures au profit d'autres systèmes d'assemblage. À l'inverse, l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures en a démontré également les avantages et expliqué ainsi pourquoi ils continuaient à être utilisés par certains constructeurs pour l'assemblage soit de la membrure, soit du bordé de certains navires, et ce jusqu'à une époque très tardive notamment en Adriatique. Ces questions de survivance touchent ainsi aux problèmes de conservation de traditions en architecture navale antique et méritent sans aucun doute d'être développées.

L'analyse des systèmes et des types architecturaux, en relation avec la caractérisation des traditions techniques d'assemblage par ligatures, a également mis en évidence l'existence, certaine ou probable, de familles architecturales au sein desquelles divers types architecturaux, correspondant à des espaces de navigation spécifiques, pouvaient être réunis. L'étude de certaines de ces familles architecturales, et plus particulièrement de la famille de navires d'origine phénicienne, doit être approfondie. Il reste également à préciser le problème du passage de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises. De même, la recherche de l'origine géographique et culturelle présumée pour les diverses traditions techniques d'assemblage par ligatures se rapportant à ces familles nécessite d'être davantage explorée au regard des nouvelles découvertes à venir et des analyses paléobotaniques et xylologiques entreprises. C'est le cas notamment pour la tradition d'assemblage des membrures par des points de ligatures internes mise en évidence sur la dizaine d'épaves découvertes uniquement dans la zone nord-occidentale du bassin méditerranéen et à laquelle correspond vraisemblablement trois familles architecturales.

À partir de l'étude des systèmes et des techniques d'assemblage par ligatures dans la construction navale antique méditerranéenne, un certain nombre de problématiques ont ainsi été soulevées et des premières réponses ont été apportées et développées. Des champs de recherche nombreux restent encore néanmoins à approfondir et à exploiter et il est à espérer que les découvertes à venir, associées au développement de nouveaux travaux, pourront renouveler nos connaissances dans ce domaine.

Pour terminer, ce travail aura également permis de montrer que c'est certainement dans le domaine des « systèmes » et des « types architecturaux », en tant que notions récemment introduites par P. Pomey et É. Rieth pour les études d'archéologie navale[1220], que la recherche doit maintenant être développée. Ces notions, en tant qu'outils d'analyse, doivent en effet servir, comme il l'a été fait dans le cadre de ce travail, à la caractérisation, et donc à la catégorisation, des navires. L'objectif, à terme, est de pouvoir reconnaître, à

[1220] Cf. **Pomey, Rieth à paraître**, p. 27-28 de leur manuscrit.

travers un système et un type architectural, une origine culturelle et de pouvoir ainsi regrouper les navires étudiés au sein de familles architecturales. Les perspectives d'une telle recherche, non seulement dans le domaine de l'histoire des techniques mais aussi dans l'étude du commerce maritime avec la détermination de l'origine des navires, sont ainsi multiples et prometteuses.

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS :

AAAd : Antichità AltoAdriatiche
***AIA Sub* :** Associazione Italiana degli Archeologi Subacquei
***AJA* :** American Journal of Archaeology
***AJP* :** American Journal of Philology
***AINA Newsletter* :** American Institute of Nautical Archaeology Newsletter (College Station, Texas)
***ASAE* :** Annales du Service des Antiquités Égyptiennes
***BAR* :** British Archaeological Reports
***BdA* :** Bolletino d'Arte
CAS : Cahiers d'Archéologie Subaquatiques
CMS News : Center for Maritime Studies News (University of Haifa Center for Maritime Studies)
***CRAI* :** Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres
***CTHS* :** Comité des Travaux Historiques et Scientifiques
***DAF* :** Documents d'Archéologie Française
IJNA : International Journal Nautical Archaeology
INA Newsletter : Institute of Nautical Archaeology Newsletter (College Station, Texas)
INA Quarterly : Institute of Nautical Archaeology Quarterly
MEFR : Mélanges de l'École Française de Rome
***MM* :** Mariner's Mirror
NAS Newsletter : Nautical Archaeology Society, Newsletter (Londres)
***Past* :** the Newsletter of the Prehistoric Society
***PUF* :** Presses Universitaires de France
***REL* :** Revue d'Études Ligures

L'abréviation *Sewn Plank Boats* renvoie par ailleurs à l'ouvrage :

MCGRAIL S. et KENTLEY E. (ED.)
1985, *Sewn Plank Boats : archaeological and ethnographic papers based on those presented to a conference at Greenwich in November 1984* (BAR, Int. Series 276), Oxford.

LEXICOGRAPHIE :

BONNEFOUX P.-M.-J. et PÂRIS F.-E.
1999, *Dictionnaire de Marine à Voiles*, Éditions du Layeur, Paris (1ère éd. : 1856).
HOWATSON M. C. (dir.)
1993, *Dictionnaire de l'Antiquité. Mythologie, littérature, civilisation*, Éditions Robert Laffont, Paris.

DICTIONNAIRE :

Petit Larousse compact 2003, Larousse, Paris.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE :

ABBATE EDELMAN M.L. et GIACCHI G.
1989, I legni di un relitto navale recuperato presson l'isola del Giglio, *Studi Etruschi*, 55, p. 235-243.

ADAMS R. M.
1985, Designed flexibility in a sewn boat of the western Indian Ocean, dans *Sewn Plank Boats*, p. 289-302.

ADRIAN-HORRIDGE G.
1978, *The design of planked boats of the Moluccas* (Maritime Monographs ans Reports 38), Greenwich.

AMOS J.-C.
1998, Le Ghe-Nôc. Bateau vietnamien cousu, *Neptunia*, n° 212, p. 30-36.

AMOURETTI M.-C. et RUZÉ F.
1995, *Le Monde grec antique*, Éditions Hachette Supérieur (collection Histoire Université), Paris (1ère éd. : 1990).

ARNOLD B.
1992 a, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*. *Tome 1* (Archéologie neuchâteloise 12), Éditions du Ruau, Saint-Blaise.

1992 b, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, *Tome 2* (Archéologie neuchâteloise 13), Éditions du Ruau, Saint-Blaise.
1998, Embarcations romano-celtiques et construction sur sole, dans Rieth É. (dir.) 1998 b, p. 49-72.

AUBAILE-SALLENAVE F.
1987, *Bois et bateaux du ViêtNam*, Éditions SELAF, Paris.

AUBERSON P.
1974, La reconstitution du Daphnéphoréion d'Érétrie, *Antike Kunst*, 17, p. 60-68 et planches 14 et 15.

BARATON A.
2003, *Le monde des écorces*, Éditions du Rouergue, Parc-Saint-Joseph.

BASCH L.
1972, Ancient wrecks and the archaeology of ships, *IJNA*, 1, p. 1-58.
1973, The Golo wreck and sidelights on other ancient ships culled from Admiral Paris' *Souvenirs de marine conservés*, *IJNA*, 2.2, p. 329-344.
1976, Le navire cousu de Bon-Porté, *CAS*, V, p. 37-52.
1978, L'assemblage du navire de Bon-Porté, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n°29, p. 71-73.
1986, Note sur le calfatage : la chose et le mot, *Archaeonautica*, 6, p. 185-198.
1987, *Le musée imaginaire de la marine antique*, Institut Hellénique pour la Préservation de la Tradition Nautique, Athènes.
1998, Construction privée et construction d'État dans l'Antiquité, dans Rieth É. (dir.) 1998 b, p. 21-47.

BASS G.
1999, The hull and the anchor of the Cape Gelidonya ship, Meletemata, Université de Lièges, p.21-24.

BATS M.
1996, Les Grecs en Gaule et en Corse, dans Pugliese Carratelli G. (dir.), *Grecs en Occident*, Éditions Bompiani, Milan, p. 577-584.

BAYER E., BUTTLER K. P., FINKENZELLER X. et GRAU J.
1990, *Guide de la flore méditerranéenne*, Éditions Delachaux et Niestlé, Paris.

BEAUDOUIN F.

1975, *Bateaux des côtes de France*, Éditions des 4 seigneurs, Grenoble.

2000, *Les bateaux garonnais. Essai de nautique fluviale*. Tome 1, Les Cahiers du Musée de la Batellerie, n°44, déc. 2000.

BELTRAME C.

1996, La *sutilis navis* del Lido di Venezia. Nuova testimonianza dell'antica tecnica cantieristica *a cucitura* nell'alto Adriatico, dans Ciciliot F. (dir.), *Navalia Archeologia e storia*, The International Propeller Club – Port of Savona, Savona, p. 31-53.

1996/1997, *Sutiles Naves* e navigazione per acque interne in età romana, *Padusa*, 32-33, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pise - Rome, p. 137-146.

2000, *Sutiles naves* of Roman age. New evidence and technological comparisons with preRoman sewn boats, dans Litwin J. (ed.) 2000, *Down to the River to the Sea, Proceedings of the 8th International Symposium on Boat and Ships Archaeology (ISBSA 8), Gdansk 1997*, Gdansk, p. 91-96.

2001, Imbarcazioni lungo il litorale altoadriatico occidentale, in età romana. Sistema idroviario, tecniche costruttive e tipi navali, dans Zaccaria C. (dir.) 2001, *Strutture Portuali e Rotte Marittime nell'Adriatico di età romana, Atti della XXIX settimana di studi aquileiesi, maggio 1998* (AAAd XLVI, Collection de l'École Française de Rome 280), Centro di Antichità Altoadriatiche, École Française de Rome, Trieste-Rome, p. 431-449.

2002 a, Le *sutiles naves* romane del litorale alto-adriatico. Nuove testimonianze e considerazioni tecnologiche, *Archeologia Subaquea. Studi, ricerche, documenti*, III, Istituto poligrafico e zecca dello stato, Libreria dello stato, Rome, p. 353-379.

2002 b, Sewn Plank Boat of the Roman era in the upper Adratic sea. New evidence, dans Tzalas H. (ed.) 2002 a (*Tropis VII*), p. 103-113.

The Aquileia wreck, Internet : http ://www.2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

BELTRAME C. (ED.)

2003, *Boats, Ships and Shipyards. Proceedings of the Ninth International Symposium on Boat and Ship Archaeology* (ISBSA 9)*, Venise 2000*, Oxford.

BENINI A.

2001, Il secondo relitto di Gela: note di architettura navale, dans Panvini R. (dir.) 2001, p. 97-106.

BENINI A. et PANVINI R.

2001, I relitti greco-arcaici di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 9-10.

BENNETT P.

1992, The discovery and lifting of a Middle Bronze Age boat at Dover, *Past* 14, p. 1-2.

BENOIT F.

1960, Nouvelles épaves de Provence (II). 7. Îles d'Hyères, *Gallia*, 18, p. 44-45.

1962, Nouvelles épaves de Provence (III). Var. 23, *Gallia*, 20, p. 169.

BERTACCHI L.

1976, L'imbarcazione romana di Monfalcone, *AAAd*, X*,* Udine 1976, p. 39-45.

1990, *Il sistema portuale della metropoli aquileise* (AAAd, XX), p. 227-253.

BERTI F.

1982, Comacchio. Imbarcazione di età augustea, *Archeologia Subacquea* 1, BdA, suppl. 4 au n°12, p. 172.

1985, La nave romana di Valle Ponti (Comacchio), *REL*, LI, p. 553-570.

1986 a, Rinvenimenti di archeologia fluviale ed endolagunare nel delta ferrarese, *Archeologia Subacquea* 3, Bollettino d'Arte, suppl. au n° 37-38, p. 19-38.

1986 b, L'épave aux lingots de Valle Ponti (Comacchio), *Les mines et la métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines*, *Actes du colloque, Caesarodunum, XXII,* Paris, p. 129-136.

1992, La nave di Valle Ponti (Comacchio), *Atti V Rassegna di Archeologia Subacquea, Giardini Naxos, 1990,* Messina, p. 219-226.

1995, Osservazioni a margine di alcune ceramiche del relitto navale di Valle Ponti (Comacchio) e sul loro commercio*,* dans Giannattasio B. M. (dir.), *Atti VII Giornata Archeologica. Viaggi e Commerci nell'Antichità,* Genova, p. 39-155.

1995-1996, Lo scafo di Valle Ponti, *Bollettino di Archeologia Subacquea*, II-III, 1-2, luglio-dicembre 1995, gennaio-giugno 1996, p. 141.

The Comacchio wreck, Internet : http ://www.2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

BERTI F. (DIR.)

1990, *Fortuna Maris. La Nave Romana di Comacchio,* Éditions Nuova Alfa, Bologne.

BIDAULT J.

1945, *Pirogues et pagaies*, Éditions J. Susse, Paris.

BLACK E. (ED.)

2003, *The Ma'agan Mikhael ship. The Recovery of a 2400-Year-Old Merchantman*, Vol. I, Israel Exploration Society and University of Haifa, Jerusalem.

BLAMEY M. et GREY-WILSON C.

2000, *Toutes les fleurs de Méditerranée. Les fleurs, les graminées, les arbres et les arbustes*, Éditions Delachaux et Niestlé, Paris.

BLASI P.

1997, *Et voguent barquettes et pointus…*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence.

BLUE L.

À paraître, Recent sewn boat timbers from the medieval Islamic port of Quseir al-Qadim, dans …

BONINO M.

1968, Tecniche costruttive navali insolite nei reperti di Cervia, Pomposa e Pontelagoscuro, dans *Atti del Convegno Internazionale di Studi sulle Antichità di Classe, Ravenna*, *ottobre 1967*, Éditions A. Longo, Ravenne, p. 209-217.

1971, Ricerche sulla nave romana di Cervia, *Actes du IIIème Congrès International d'Archéologie Sous-marine, Barcelone, 1961*, Institut International d'Études Ligures, Bordighera, p. 316-325.

1978, *Archeologia e tradizione navale tra la Romagna e il Po*, Longo Editore, Ravenne.

1985, Sewn boats in Italy : *sutiles naves* and barche cucite, dans *Sewn Plank Boats*, p. 87-104.

1995, Sardinian, Villanovan and Etruscan craft between 10th and 7th centuries BC from bronze and clay models, dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 83-98.

BONNEFOUX P.-M.-J. et PÂRIS F.-E.

1999, *Dictionnaire de Marine à Voiles*, Éditions du Layeur, Paris (1ère éd : 1856), p. 169-170.

BONNIER G.

1931, *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique*, Ministère de l'Éducation Nationale, Librairie Générale de l'Enseignement, Paris.

BOREUX CH.

1925, *Études de nautique égyptienne. L'art de la navigation en Égypte jusqu'à la fin de l'ancien Empire*, Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie Orientale, tome cinquantième, Le Caire.

BOULLARD B.

1997, *Plantes et Champignons*, Éditions Estem, Paris.

BOULOUMIÉ B.

1982, L'épave étrusque d'Antibes et le commerce en Méditerranée occidentale au VIe siècle av. J.-C., *Kleine Shriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar Marburg*, Heft 10, Marburg.

BOUND M.

1985 a, Early observations on the construction of the pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio: clues to the vessel's nationality, dans *Sewn Plank Boats*, p.49-65.

1985 b, Una nave mercantile di età arcaica all'isola del Giglio, dans *Il commercio etrusco arcaico. Atti dell'Incontro di studio, déc. 1983*, Consiglio Nazionale delle Richerche, Rome, p. 65-70.

1990 a, The search of Giglio wreck, *Minerva*, 1, 1, p. 3-6.

1990 b, Excavating of Giglio wreck, *Minerva*, 1, 2, p. 19-22.

1990 c, ΤΟ ΑΡΧΑΪΚΟ ΝΑΥΑΓΙΟ ΣΤΗΝΗΣΟ GIGLIO ΤΗΣ ΙΤΑΛΙΑΣ (L'épave archaïque de l'île de Giglio), *Enalia*, II, 1/2, Hellenic Institute of Marine Archaeology, Athènes, p. 20-21.

1991 a, The Giglio wreck. A wreck of the Archaic period (c. 600 B.C.) off the Tuscan Island of Giglio. An account of its discovery and excavation: a review of the main finds, *Enalia*, supp. 1, Hellenic Institute of Marine Archaeology, Athènes.

1991 b, The pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio - First season report, dans *Studi e Materiali, Scienza dell'antichità in Toscana*, Giunta Regionale Toscana, *L'Erma di Bretschneider*, Vol. VI, Rome, p. 181-198.

1991 c, The pre-classical wreck at Campese Bay, Island of Giglio. Second iterim report. 1983 season, *Studi e Materiali, Scienza dell'antichità in Toscana*, Giunta Regionale Toscana, *L'Erma di Bretschneider*, Vol. VI, Rome, p. 199-244.

1995, The carpenter's callipers from the pre-classical wreck at Campese bay island of Giglio, Northern Italy (c. 600 BC), dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 99-110.

BOUND M. et VALLINTINE R.

1983, A wreck possible Etruscan origin off Giglio Island, *IJNA*, 12.2, p. 113-122.

BOWEN JR. R.

1952 (juil.), Primitive water craft of Arabia, *The American Neptune* (Salem, Mass), vol. XII, n°3, p. 186-222.

BROSSARD I.

1969, *Technologie des textiles*, Éditions Dunod, Paris (2e éd.).

BRUN J.-P. et JOCKEY PH. (DIR.)

2001, *Techniques et sociétés en Méditerranée* (*τέχναι*),Éditions Maisonneuve & Laros, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Paris.

BRUNI S.

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

BRUSIĆ Z.

1968, Istrazivanje anticke luke kod Nina, *Diadora*, 4, Zadar, p. 203-210 (résumé en italien : Le ricerche nel antico porto presso Nin, *ibid*, p. 210).

1969, Rezultat podvodnih istrazivanja u Ninu, *Pomorska biblioteka*, 22, Beograd. Rt kremenjaca, zaton kod Nina-pomorska istrazivanja ostataka anticke luke stare Enone, *Arheoloski pregled*, 21, Beograd.

BRUSIĆ Z. et DOMJAN M.

1985, Liburnian boats - Their construction and form, dans *Sewn Plank Boats*, p. 67-85.

CABRERA P., PINEDO J., ROLDÁN B., BARBA J. S. et PERERA J.

1992, Campaña de cubrición del yacimiento subacuatico de la Playa de la Isla (Mazarrón – Murcia), *II Jornadas de Arqueología Subacuatica en Asturias, (Gijón, 1991)*, Universidad de Oviedo, p. 37-43.

CABRERA BONET P., PINEDO REYES J., ROLDÁN BERNAL B., SANTOS BARBA FRUTOS S. et PERERA RODRÍGUEZ J.

1997, Campaña de cubrición del yacimiento subacuático de la Playa de la Isla (Mazarrón – Murcia), *Memorias de Arqueologia 1991*, n°6, Murcie, p. 150-156.

CAMILLI A.

2002, *Cantiere delle navi di Pisa. La nave C "Giuditta" dallo scavo al laboratorio*, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Sopraintendenza ai Beni Archeologici della Toscana, Florence.

CANAL E.

1998, *Testimonianze archeologiche nella laguna di Venezia. L'età antica*, Venise.

CARRAZÉ F.

1963, L'ancre de miséricorde dans la marine antique, *Archeologia*, n°61, p. 13-19.
1972, A propos de quelques découvertes sous-marines de Carqueiranne aux îles d'Hyères, *CAS*, I, p. 127.
1974, Note on two decorated lead anchor stocks, *IJNA*, 3.1, p. 153-157.
1975, L'épave « Grand Ribaud A ». Sondages et travaux préliminaires, *CAS*, IV, p. 34-43.
1976, De Carqueiranne aux îles d'Hyères. A propos de la première campagne de fouilles sur l'épave B de la Jeaune-Garde, *CAS*, V, p. 161-165.
1977, Mediterranean hull types compared. 3. The Jeaune-Garde B wreck at Porquerolles (France), *IJNA*, 6.4, p. 299-303.

CARRE M.-B.
1997, La survivance de l'assemblage par ligatures après l'époque archaïque, dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 204-205.

CARRE M.-B. et JÉZÉGOU M.-P.
1984, Pompes à chapelet sur des navires de la fin de l'Antiquité et du début du Moyen Âge, *Archaeonautica*, 4, p. 115-143.

CASSON L.
1963, Sewn boats (Virgil, *Aen*. Vi. 413-14), *The Classical Review*, XIII, 3, p. 257-259.
1964 a, Odysseus' Boat (*Od*., V, 244-257), *AJP*, 85, p. 61-64.
1964 b, New light on ancient Rigging and Boatbuilding, *American Neptune*, XXIV, 2, p. 90.
1973, *Ships and Seamanship in the Ancient World*, Princeton University Press, Princeton, 3ème édition (1ère éd.: 1971).
1989, Le *Périple de la mer Érythrée*, Princeton University Press, Princeton.
1991, The ancient mariners, Princeton University Press, Princeton, 2ème édition (1ère éd.: 1914).
1992, Odysseus'boat (*Od*. 5.244-53), *IJNA*, 21.1, p. 73-74.
1994, S*hips and Seafaring in ancient times*, University of Texas Press, Great Britain.

CATANIA G.A., SCHIFANO G. et AZZARO E.
1998, Studio dei reperti litici provenienti dalla nave greca arcaica di Gela, dans D'Amico et Albore Livadie C. (ed.), *Le Scienze della Terra e l'Archeometria*, 1, CUEN, Naples p. 329-333.

CEDERLUND C.-O.
1985, The *Lodja* and other vessels, dans *Sewn Plank Boats*, p. 233-254.

CHARLIN G, GASSEND J.-M. et LEQUÉMENT R.

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

CHEVALIER Y.

1990, Le commerce maritime antique de la côte catalane, dans *Narbonne et la Mer, de l'Antiquité à nos jours, Catalogue d'exposition, Musée Archéologique de Narbonne, Été – Automne 1990,* Musées de Narbonne, Narbonne, p. 39-41.

CHEVALLIER R.

1980, *La romanisation de la Celtique du Pô. I - Les données géographiques*, Éditions Les Belles Lettres, Paris.

CHITTICK N.

1980, Sewn boats in the western Indian Ocean, and a survival in Somalia, *IJNA*, 9.4, p. 297-309.

CHRISTENSEN A.E.

1984, Sewn Boats in Scandinavia, dans McGrail S. (ed.) 1984 (*Aspects of Maritime Archaeology and Ethnography*), p. 85-96.

1986, "Viking", A Gokstad ship replica from 1893, dans Crumlin-Pedersen O et Vinner M. (ed.) 1986 (*Sailing into the Past*), p. 68-77.

CIBECCHINI F.

2003, *I relitti subacquei dell'Etruria come fonte documentaria per lo studio del commercio marittimo. Traffici e scambi nel Mediterraneo Occidentale dal III sec. a.C. alla fine della republica*, Tesi di Dottorato, Università di Pisa.

COATES J.F.

1985, Some structural models for sewn boats dans *Sewn Plank Boats*, p. 9-18.

CODACCIONI L. et MARLIER S.

2004, *Un bateau cousu de l'Antiquité. Le modèle d'étude de l'épave romaine de Cavalière*, Film documentaire, producteur : Centre Camille Jullian (CNRS-Univ. de Provence), Aix-en-Provence. Support DVD (dépôt : photothèque du CCJ, Pôle Image Animé (CNRS, Lyon), CNRS Images/Média (Meudon).

COLLS D.

1982, Cap Béar III, , Rapport de fouille 1982, archives DRASSM, non publié.

1986 a, Cap Béar 3, Rapport de fouille 1986, archives DRASSM, non publié.

1986 b, Les amphores léétaniennes de l'épave Cap Bear III, *Revue des Études Anciennes*, 88, 1-4, p. 201-213.

CRISTOFANI M.

1996, Un naukleros Greco-orientale nel Tirreno, *Etruschi e altre genti nell'Italia preromana*, *mobilità in età arcaica*, Rome, p. 21-48.

CRUMLIN-PEDERSEN O. et TRAKADAS A.

2003, *Hjortspring. A Pre-Roman Iron-Age Warship in Context*, (Ships and Boats of the North, vol. 5), The Viking Ship Museum in Roskilde and the Centre for Maritime Archaeology of the National Museum of Denmark, Roskilde.

CRUMLIN-PEDERSEN O. et VINNER M. (ED.)

1986, *Sailing into the Past, Proceedings of the International Seminar on Replicas of Ancient and Medieval Vessels, Roskilde 1984*, The Viking Ship Museum, Roskilde.

DANGRÉAUX B.

1993, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de sondage 1993*, archives DRASSM, non publié.

1994 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 44-45.

1994 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1994*, archives DRASSM, non publié.

1995 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1994*, Ministère de la Culture, Paris, p. 47.

1995 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1995*, archives DRASSM, non publié.

1996 a, Presqu'île de Giens, *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 51-52.

1996 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1996*, archives DRASSM, non publié.

1997 a, Presqu'île de Giens, épave de la *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 89-90.

1997 b, Épave de la *Tour Fondue*. Presqu'île de Giens, Hyères (Var), *Rapport de fouille 1997*, archives DRASSM, non publié.

2000, Tour Fondue, *Gallia Informations 1998-1999.DRASSM 1991-1995*, CNRS Éditions, Paris, support CDRom.

2001, La Tour Fondue : épave *Tour Fondue*, *Bilan Scientifique DRASSM 1997*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 57-59.

DEFFONTAINES P.

1975, *La Méditerranée catalane* (Que sais-je ? n°1609), Vendôme.

DJAOUI D.

2003, *Le commerce du fer d'après les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer (50 av. J.-C. – 90 apr. J.-C.)*, mémoire de DEA sous la direction de Pomey P., Université de Provence, Aix-en-Provence.

DORIGO W.

1983, *Venezia origini*, Éditions Electa, Milan.

DUVAL P.-M.

1949, La forme des navires romains d'après la mosaïque d'*Althiburus*, *MEFR.*, LXI, p. 119-149.

ELLMERS D.

1971, Keltischer Schiffbau, *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz* 16-1969, p. 73-122.

1984, The earliest evidence for skinboats in late-Palaeolithic Europe, dans McGrail S. (ed.) 1984 (*Aspects of Maritime Archaeology and Ethnography*), p. 41-55.

FACCENNA F.

1997, Indagini preliminari sul secondo relitto di Gela (Gela II), dans *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea, Anzio, maggio-giugno 1996*, Éditions Edipuglia, Bari, p. 143-146.

FALGUÉRA J.-M. ET JÉZÉGOU M.-P.

2002, Aude. Narbonne. Port la Nautique, *Bilan Scientifique DRASSM 2000*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 42-45.

FOERSTER F.

1980, A Roman wreck off Cap del Vol, Gerona, Spain, *IJNA*, 9.3, p. 244-253.

1984, New views on bilge pumps from Roman wrecks, *IJNA*, 13.1, p. 85-93.

FOERSTER LAURES F.

1989, Caulking in sewn boats ?, *IJNA*, 18.3, p. 266-267.

FORSSELL H.

1985, Sewn boats in Finland, dans *Sewn Plank Boats*, p. 195-210.

FRESCHI A.

1991, Note tecniche sul relitto greco arcaico di Gela, *IV rassegna di archeologia subacquea, Giardini Naxos, ottobre 1989*, *Atti*, Éditions P&M Associati, Messine, p. 201-210.

1996, The sewn plank boat of Gela in Sicily preliminary observations about construction hull, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 187.

FROST H.

The Marsala Punic warships, Internet :
http ://www.2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

FROST H. (DIR.)

1981, Lilybaeum, *Notizie degli Scavi di Antichità*, série 8, suppl. au vol. 30 (1976), Academia Nazionale dei Lincei, Rome.

GARCIA D. et MEEKS D. (DIR.)

1997, *Le Temps de l'Innovation, Actes du colloque International « Techniques et économies antiques et médiévales », Aix-en-Provence, mai 1996*, Éditions Errance, Paris.

GASPARI A.

1998 a, Ali je Bila Barjanska Ljubljanica v antiki regulirana ?, *Argo*, 41/1.2, Ljubljana, p. 30-41 (résumé en anglais : Was the Marsh Ljubljanica regulated in Antiquity ?, p. 39-41).

1998 b, *"Pontonium"* iz Lip na Ljubljansken barju , *Arheoloski vestnik*, 49, p. 187-224 (résumé en anglais : A " *pontonium* " from Lipe on the Ljubljana moor, p. 222-224).

1998 c, Das Frachtschiff aus Lipe im Moor von Laibach (Ljubljana), *Römisch-Germanisches Zentralmuseum*, Mayence, p. 527-550 et pl. 69 à 72.

2003, Archaeology of the Ljubljanica River (Slovenia): early underwater investigations and some current issues, *IJNA*, 32.1, p. 42-52.

River barge from Lipe on the Ljubljana moor, Internet:
http ://www.2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

GERNER M.

1995, *Les assemblages des ossatures et charpentes en bois*, Éditions Eyrolles, Fleury.

GIANFROTTA P. A. et POMEY P.

1981, *Archeologia Subaquea, storia, tecniche, scoperte e relitti*, Éditions Mondadori, Milan (= *L'Archéologie sous la mer*, Éditions F. Nathan, Paris).

GLORY A.

1959, Débris de corde paléolithique à la grotte de Lascaux (Dordogne), *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, tome cinquième, année 1958, Société Préhistorique Française, Paris, p. 136-169.

GÓMEZ-GIL AIZPURUA C. et LUIS SIERRA MÉNDEZ J.

1996, Extracción y tratamientos del barco fenicio (Barco I) de la Playa de la Isla (puerto de Mazarrón, Mazarrón), *Cuadernas de Archeologia Maritima*, n°4, Carthagène, p. 217-225.

GRAS M.

1977, Les Étrusques et la mer : une piraterie au long cours, *Dossiers de l'Archéologie*, 24, sept.-oct. 1977, p. 45-49.

GREEN J. N., HALL E. T. et KATZEV M. L.

1967, Survey of a Greek shipwreck off Kyrenia, Cyprus, *Archaeometry*, 10, p. 47-56.

GREENE E.

2003, Endless Summer: The 2002 Excavation Season at Pabuç Burnu, Turkey, *The INA Quarterly*, 30.1, p. 3-11.

GREENHILL B.

1976, *Archaeology of the boat*, Éditions Adam and Charles Black, Londres.

GREENHILL B. et MORRISON J.

1995, *The Archaeology of Boats and Ships – an Introduction*, Londres.

GUIBAL F.

1998, Dendrochronologie des épaves antiques de la Méditerranée, dans Pomey P. et Rieth É. (dir.) 1998 (*Archaeonautica*, 14), p. 303-308.

GUIBAL F. et POMEY P.

1998 a, L'utilisation du matériau-bois dans la construction navale antique : analyse anatomique et dendrochronologique, dans Rieth É. (dir.) 1998 a, p. 159-175.

1998 b, Nouvelles recherches sur les épaves antiques de Méditerranée :

dendrochronologie et dendromorphologie, *Actes du colloque scientifique International « Navigation, échanges et environnement en Méditerranée », Montpellier, avril 1996*, Maison de l'Environnement de Montpellier, Montpellier, p. 41-54.

1998c, Dendrochronologie et dendromorphologie, *Archeologia Subacquea*, Florence, p. 425-446.

1999, Essences et qualité des billes employées dans la construction navale antique : étude anatomique et dendrochronologique, dans Corvol A. (dir.), *Forêt et Marine*, L'Harmattan, Paris, p. 15-32.

2003, Timber Supply and Ancient Naval Architecture dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 35-41.

GUIOT H.

1997, *Waka et construction navale : mobilisation de l'environnement et de la société chez les anciens Polynésiens. Approche ethnoarchéologique*, Thèse de Doctorat (Nouveau Régime), sous la direction de Taborin Y., Paris 1.

2000, La construction navale polynésienne traditionnelle. Dimension culturelle d'un processus technique, *Techniques et culture*, 35-36, p. 445-478.

HADDON A. C. et HORNELL J.

1936-1938, *Canoes of Oceania*, 3 vol., Bishop Museum Pub. 29, Honolulu.

HÄGGBLOM A.

1985, Driftwood and wreckage in the Arctic icedrift on the shores of Svalbard, dans *Sewn Plank Boats*, p. 269-278.

HALDANE C.

1990, Egyptian hulls and the evidence for caulking, *IJNA*, 19.2, p. 135-136.

1992, The Lisht Timbers: A Report on Their Significance, dans Arnold D. (ed.) 1992, *The South cemeteries of Lisht. Vol. III. The Pyramid Complex of Senwosret I*, The Metropolitan Museum of Art Editions, New York, p. 102-112 et pl. 115 à pl. 133.

1996, Ancient Egyptian hull construction, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 235-244.

HALDANE C. W. et SHELMERDINE C. W.

1990, Herodotus 2.96.1-2 again, *Classical Quarterly* 40, p. 535-539.

HASSLOF O.

1963, Wrecks, archives and living tradition, *MM*, 49, 1 p. 162-177.

HERMARY A., HESNARD A. et TRÉZIGNY H. (DIR.)

1999, *Marseille grecque. La cité phocéenne (600-49 av. J.C.)*, Éditions Errance, Paris.

HESNARD A.

1993, Place Jules-Verne, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille, p. 55-59.

1994, Une nouvelle fouille du port de Marseille, place Jules-Verne, *CRAI*, janv.-mars, Paris, p. 195-217.

1999, Le port, dans Hesnard A. *et alii* (dir.) 1999 (*Parcours de villes. Marseille*), p. 17-76.

HESNARD A., MOLINER M., CONCHE F. et BOUIRON M. (DIR.),

1999, Parcours de villes. Marseille : 10 ans d'Archéologie, 2600 ans d'Histoire, Catalogue d'exposition, Musée d'Histoire de Marseille, Musées de Marseille/Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p. 17-76.

HESNARD A. et PASQUALINI M.

1993, Marseille. Place Jules-Verne, *Bilan Scientifique DRAC Provence - Alpes - Côte d'Azur,* SRA, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 110-112.

HESNARD A. et TRÉZIGNY H.

1995, Marseille antique : l'Histoire d'un grand port, *Terres Marines*, n°10, p. 20-23.

HEYWOOD V.H. (DIR.)

1996, *Les plantes à fleurs. 306 familles de la flore mondiale*, Éditions Nathan, Paris.

HOCKER F. M. et ENGLERT A. (ED.)

À paraître, *Connected by the Sea, The 10th International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 10), Roskilde sept. 2003*.

HOCKER F. M. et WARD C.A. (ED.)

2004, *The Philosophy of shipbuilding. Conceptual approaches to the study of wooden ships*, Texas A & M University Press, College Station.

HORNELL J.

1941, The sea-going *Mtepe* and *Dau* of the Lamu archipelago, *MM*, 27, p. 54-68.

1970, *Water transport. Origins and Early Evolution*, David & Charles : Newton Abbot, Devon (1ère éd. : 1946, Cambridge University Press, Londres).

Instructions Nautiques sur les côtes sud et est d'Espagne, y compris le détroit de Gibraltar et les îles Baléares

1901 (Instructions Nautiques n°822), État-major de la Marine – Service hydrographique, Paris.

IZARRA F. de

1993, *Le fleuve et les hommes en Gaule romaine*, Éditions Errance, Paris.

JANVILLE P. de

1902 : *Atlas de poche des plantes utiles des pays chauds les plus importantes pour le commerce*, Bibl. de poche du naturaliste, n° XII, Klincksieck P., Paris.

JENKINS N.

1980, *The Boat beneath the Pyramid*, Éditions Thames and Hudson, Londres.

1983, *La Barque Royale de Chéops. Le bateau sous la pyramide*, Éditions France-Empire, Paris (traduit de l'anglais, *The Boat beneath the Pyramid*, par D. de Saint-Ours).

JESTIN O. et CARRAZÉ F.

1980, Mediterranean hull types compared 4: A unusual type of construction. The hull of wreck 1 at Bon-Porté, *IJNA*, 9.1, p. 70-72.

JÉZÉGOU M.-P.

2003, Littoral du Languedoc-Roussillon. Carte archéologique. Épave *Les Battuts 2* / *Baie de l'Amitié*, *Bilan Scientifique DRASSM 1998*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 28-29.

JOCKEY Ph.

1999, *L'Archéologie*, Éditions Belin, Paris.

JONCHERAY A. et JONCHERAY J.-P.

1997, Épave Barthélemy B, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 105-106.

2004, Épave de tuiles romaines en Provence – Côte d'Azur. L'épave Barthélemy B, à Saint-Raphaël (Var, France), *CAS*, XV, p. 7-72.

JONCHERAY J.-P.

1976 a, L'épave grecque ou étrusque de Bon-Porté, *CAS*, V, p. 5-36.

1976 b, 1974 excavations on the wreck of *Bon Porté* (6th century BC), *IJNA*, 5.1, p. 88-89.

1976 c, Mediterranean hull types compared. 1. La Roche Fouras, *IJNA*, 5.2, p. 107-114.
1978, Une épave grecque ou étrusque au large de St-Tropez : le navire de Bon-Porté, *Les Dossiers de l'Archéologie*, n° 29, p. 62-70.
1989, L'épave grecque de la Tour Fondue, *CAS*, VII, p. 135-148.
1994, L'épave Dramont C, *CAS*, XII, p. 5-51.

JONCHERAY J.-P. et ROCHIER R.
1976, L'épave de la Roche Fouras. Coque du navire, estampilles sur amphores, *CAS*, V, p. 167-180.

JOURDAN L. et LEROY J.-P.
1987, *Des peaux de rennes, du fil et une aiguille…*, Éditions du CNRS, Paris.

JURIŠIĆ M.
2000, *Ancient Shipwrecks of the Adriatic. Maritime transport during the first and second centuries AD* (BAR International Series 828), Oxford 2000.

KADRY A.
1986, The Solar boat of Chéops, *IJNA*, 15.2, p. 123-132.

KAHANOV Y.
1991, An investigation of the Ma'agan Michael ship, *CMS News*, 18.
1995, Il relitto di Ma'agan Michael. Lo conservazione dello scafo, *L'Archeologo Subacqueo*, I.2, p. 16-17.
1996, Conflicting Evidence for Defining the Origin of the Ma'agan Mikhael Shipwreck, dans Tzalas H. (ed.) 1996 (*Tropis IV*), p. 245-248.
1997, Wood Conservation of the Ma'agan Mikhael Shipwreck, *IJNA*, 26.4, p. 316-329.
1999 a, The first step in the reconstruction of the Ma'agan Mikhael ship, *CMS News*, n° 26, p. 7.
1999 b, The "sewing system" in the hull construction of the Ma'agan Mikhael shipwreck: a comparative study with Mediterranean parallels, *CMS News*, n° 26, p. 22-25.
1999 c, The Ma'agan Mikhael Ship (Israel). A Comparative Study of its Hull Construction, dans Pomey P., Rieth É. (dir.) 1999 (*Archaeonautica*, 14), p. 155-160.
2003, The Hull, dans Black E. (ed.) 2003 (*The Ma'agan Mikhael ship*), p. 53-129.
2004, The sewing of the Ship, dans Tresman J. (ed.) 2004 (*The Ma'agan Mikhael ship*), p. 3-79.

KAHANOV Y. et POMEY P.

2004, The Greek sewn shipbuilding tradition and the *Ma'agan Mikhael* ship: a comparison with Mediterranean parallels from the sixth to the fourth centuries BC, *MM*, 90.1, p. 6-28.

KARINJA S.

1998, Šivana Ladja z Ljubljanskega barja, *Annales 14/'98,* p. 57-98 (résumé en anglais : A sewn boat from the Ljubljana Moor, p. 97).

KATZEV M. L.

1969 a, The Kyrenia shipwreck, *Expedition*, 11.2, p. 55-59.

1969 b, Excavation of a Greek Shipwreck off Kyrenia, *AJA*, 73.2, p. 238-239

1970 a, A Greek ship is raised, *Expedition* 12.4, p. 6-14.

1970 b, Resurrecting the Oldest Known Greek Ship, *National Geographic*, 137.6, p. 841-857.

1980, A replica of the Kyrenia ship, *INA Newsletter* 7. 1, p. 1-2 et 4-6.

1989 a, *Kyrenia II* : building a replica of an ancient Greek merchantman, dans Tzalas H. (ed.) 1989 (*Tropis I*), p. 163-175.

1989 b, Voyage of Kyrenia II, *INA Newsletter* 16. 1, p. 4-10.

1990, An analysis of experimental voyages of Kyrenia II, dans Tzalas H. (ed.) 1990 (*Tropis II*), p. 245-256.

KATZEV S. W. ET KATZEV M. L.

1974, Last harbor for the oldest ship, *National Geographic* 146.5, p. 618-625.

1986, Kyrenia II. Research on an ancient shipwreck comes full circle in a full-scale replication, *INA Newsletter* 13. 3, p. 1-11.

KENTLEY E.

1985, Some aspects of the Masula surf boat, dans *Sewn Plank Boats*, p. 303-317.

1996, The sewn Boats of India's East Coast, dans Prabha Ray H. et Salles J.-F. (ed.) 1996 (*Tradition and archaeology: early maritime contacts in the Indian Ocean.*), p. 247-260.

LE GALL J.

1952, *Le Tibre, fleuve de Rome dans l'Antiquité*, PUF, Paris.

LEQUÉMENT R. et LIOU B.

1976, Céramique étrusco-campanniene et céramique arétine, à propos d'une nouvelle épave de Marseille, dans *Mélanges offerts à Jean Heurgon*, coll. De l'École Française de Rome, 27, Rome, p. 587-603.

LEPOITTEVIN L.

1996, *La maison des origines. Essai de critique anthropologique*, Éditions Masson, Paris.

LEROI-GOURHAN A.

1971, *L'homme et la matière*, Éditions Albin Michel, Paris (1ère éd. : 1943).

1977, Les premières manifestations de la charpente. Réflexions sur les origines de la charpente, dans l'*Encyclopédie des Métiers. La charpente et la construction en bois*, Tome 1. 3, Les Compagnons Charpentiers du Devoir, Paris, p. 79-91.

LINDER E.

1989, The Ma'agan Michael shipwreck excavation – first season, 1988, *CMS News*, 16.

1992, Ma'agan Mikhael shipwreck. Excavating on Ancient Merchantman, *Biblical Archaeology Review*, 18, 6, p. 24-35.

1995, Il relitto di Ma'agan Michael. Lo scavo, *L'Archeologo Subacqueo*, I.2, p. 15-16.

LINDER E. et ROSLOFF J.

1995, The Ma'agan Michael shipwreck, dans Tzalas H. (ed.) 1995 (*Tropis III*), p. 275-281.

LIOU B.

1973, Informations Archéologiques. Recherches sous-marines*, Gallia*, 31, p. 571-608.

1974, Note provisoire sur deux gisements gréco-étrusques (Bon-Porté A et Pointe du Dattier), *CAS*, III, p. 7-19.

1975, Informations archéologiques. Recherches sous-marines, *Gallia*, 33, p. 571-605.

1987, L'exportation du vin de Tarraconaise d'après les épaves, dans *El vi a l'Antiguitat, Economia, producció i comerç al Mediterrani occidental, Actes I col.loqui d'arqueologia romana, Badalona, nov.-déc. 1985,* Museu de Badalano, Monografies badalonines núm. 9, Badalone, p. 271-284.

LIOU B. ET COLLS D.

1982, Rapport sur la campagne de fouille de 1982, archives DRASSM, non publié.

LIOU B. et POMEY P.

1985, Informations archéologiques. Recherches sous-marines, *Gallia*, 43, p. 547-576.

LIPKE P.

1985, Retrospective on the royal ship of Cheops, dans *Sewn Plank Boats*, p. 19-34.

LIPKE P. et MOUSTAFA A.Y.

1984, *The Royal ship of Cheops : a retrospective account of the discovery, restoration and reconstruction* (BAR International series 225), Oxford.

LITWIN J.

1985, Sewn craft of the 19th century in the European part of Russia, dans *Sewn Plank Boats*, p. 253-268.

LLOYD A. B.

1979, Herodotus 2.96.1-2, *Classical Quarterly*, 29, p. 45-48.

LONCHAMBON C.

2000, Un bateau monoxyle-assemblé à Chalon-sur-Saône (1er siècle ap. J.-C.), dans Bonnamour L. (dir.), *Archéologie des fleuves et des rivières*, Co-édition Éditions Errance/Ville de Chalon-sur-Saône, Paris, p. 174-178.

LONG L.

1990, Amphores massaliètes : objets isolées et gisements sous-marins du littoral français méditerranéen, dans Bats M. (dir.) 1990, *Les amphores de Marseille grecque. Chronologie et diffusion* (études massaliètes 2), p. 27-70.

1994, Gard. Au large d'Aigues-Mortes. De l'Espiguette au Petit Rhône, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 29.

1996, Bouches-du-Rhône. Au large des Saintes-Maries-de-la-Mer. Carte archéologique. Épave 2 des Saintes-Maries-de-la-Mer (baptisée à l'origine *Camargue 12*), *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 40-41.

1997 a, Carte archéologique au large de la Camargue. Au large des Saintes-Maries-de-la-Mer : épaves antiques chargées de fer. Saintes-Maries-de-la-Mer 2, *Bilan Scientifique DRASSM 1996*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 73.

1997 b, Inventaire des épaves de Camargue, de l'Espiguette au Grand Rhône. Des cargaisons de fer antiques aux gisements du XIXe s. Leur contribution à l'étude du paléorivage, dans Baudat M. (dir.), *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et archéologie, Actes du colloque des 18-19 nov. 1995*, Groupe archéologique arlésien, Arles, p. 65-68.

2000 a, Saintes-Maries-de-la-Mer, G) Saintes-Maries-de-la-Mer 2, *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

2000 b, Saintes-Maries-de-la-Mer, N) Étude d'ensemble des épaves antiques chargées de barres et de lingots de fer (SM2, SM6, SM9, SM10), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

2003, Carte Archéologique. Au large de la Camargue. L'épave Saintes Marie 24, *Bilan Scientifique DRASSM 2002*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 53.

LONG L. et DELAUZE H.-G.

2002, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2000*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 68-71.

LONG L., DELAUZE H.-G., DRAP P., GANTÈS L.-F. et RIVAL M.

2002, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2001*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 74-77.

LONG L., DRAP P., GANTÈS L.-F. et RIVAL M.

2001, L'épave Grand Ribaud F. *Rapport Scientifique Intermédiaire*, publié sur Internet à l'adresse http://grandribaudf.gamsau.archi.fr/

2002, L'épave Grand Ribaud F, *Rapport scientifique année 2002*, archives DRASSM non publié.

2003, Presqu'île de Giens, l'épave étrusque *Grand Ribaud F*, *Bilan scientifique DRASSM 2002*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 68-70.

LONG L., GANTÈS L.-F. et DRAP P.

2002, Premiers résultats archéologiques sur l'épave *Grand Ribaud F* (Giens, Var). Quelques éléments nouveaux sur le commerce étrusque en Gaule, vers 500 av. J.-C., *CAS*, XIV, p. 5-40.

LONG L., MARLIER S. et RIVAL M.

À paraître, L'épave Saintes-Marie 24. Objets de bord et architecture navale, *Bilan scientifique DRASSM 2003*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris

LONG L., POMEY P. et SOURISSEAU J.-CH. (DIR.)

2002, *Les Étrusques en mer. Épaves d'Antibes à Marseille*, Musées de Marseille, Éditions Édisud , Aix-en-Provence.

LONG L. et SOURISSEAU J.-CH.

2002, Épave *Grand Ribaud F*, Giens, dans Long L., Pomey P., Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 55-62.

LOPEZ A.

1995, *Barthélemy B*, *Bilan Scientifique DRASM 1994*, Ministère de la Culture, Paris, p.

54.

1996, Épave *Barthélemy B*, *Bilan Scientifique DRASM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 59-60.

LOPEZ-JONCHERAY A.

2000, Littoral Paca. Saint-Raphaël. G) Barthélemy B, *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

LOPEZ A. et JONCHERAY J.-P.

1995, L'épave de tuiles Barthélemy B. Saint-Raphaël (Var), rapport de fouille, archives DRASSM, non publié.

MCGRAIL S.

1981, *The Ship. Rafts, Boats and Ships. From Prehistoric Times to the Medieval Era*, National Maritime Museum, Londres.

1984, *Aspects of Maritime Archaeology and Ethnography*, National Maritime Museum, Londres.

1985, The Brigg 'raft' – reconstruction problems, dans *Sewn Plank Boats*, p. 165-194.

1986, Experimental Boat Archaeology – some Methodological Considerations, dans Crumlin-Pedersen O et Vinner M. (ed.) 1986 (*Sailing into the Past*), p. 8-17.

1992, Replicas, reconstructions and floating hypotheses, *IJNA*, 21, p. 353-355.

1995 a, Caldicot stitched boat, dans Nayling N. (ed.) 1995, *Excavations at Caldicot Castle, Gwent*, G.G.A.T.

1995 b, Romano-Celtic boats and ships: characteristic features, *IJNA*, 24.2, p. 139-145.

1996, The study of Boats with Stitched Planking, dans Prabha Ray H. et Salles J. F. (ed) 1996 (*Tradition and archaeology: early maritime contacts in the Indian Ocean*), p. 225-238.

2001, *Boats of the world. From the Stone Age to Medieval Times*, Oxford University Press, New York.

2004, La construction navale celtique, *Le Chasse-Marée*, p. 40-53.

À paraître, Forthcoming Goldcliff plank fragment, dans Bell M. (ed.), *Goldcliff Excavations*, St. David's University College.

MCGRAIL S. et KENTLEY E. (ED.)

1985, *Sewn Plank Boats : Archaeological and Ethnographic Papers based on those presented to a Conference at Greenwich in November 1984* (BAR, Int. Series 276), Oxford.

MAIOLI M. G.

1986, Cervia (Ravenna). Relitto bizantino o altomedievale, dans Montanari Bermond G. (dir.), Archeologia Subacquea in Emilia e Romagna. Possibilità e prospettive, p. 1-18, BdA, suppl. au n°37-38, *Archéologia Subacquea*, 3, p. 14-15.

***Maîtres de la mer, les Phéniciens et les Grecs*[1221]**

2003, (L'Encyclopédie d'Archéologie Sous-Marine), Éditions Periplus, Londres.

MANGUIN P.-Y.

1985, Sewn-plank craft of south-east Asia, dans *Sewn Plank Boats*, p. 319-343.

MARK S. E.

1991, *Odyssey* 5.234-53 and Homeric Ship Construction: A Reappraisal, *AJA*, 95, p. 441-445.

1996, *Odyssey* (5.234-53) and Homeric Ship Construction: a clarification, *IJNA*, 25.1, p. 46-48.

MARLIER S.

2000, *La question de la survivance des bateaux cousus de l'Adriatique (IIe s. av. – XIe s. ap. J.-C.)*, mémoire de DEA sous la direction de P. Pomey, Université de Provence, en dépôt à la Bibliothèque d'Antiquité d'Aix (CNRS-Université de Provence).

2002, La question de la survivance des bateaux cousus de l'Adriatique, dans Rivet L. et Sciallano M. (dir.), *Vivre, produire et échanger. Reflets méditerranéens. Mélanges offerts à B. Liou* (Archéologie et Histoire Romaine 8), Éditions Monique Mergoil, Montagnac, p. 21-32.

À paraître a, Architecture et espace de navigation des navires à *dolia*, *Archaeonautica*, 15.

À paraître b, « Espace de navigation » and the survival of traditional shipbuilding techniques: examples of the Adriatic Sewn Boats (from the Po delta to the Dalmatian coast), dans Tzalas H. (ed.) à paraître (*Tropis VIII*).

À paraître c, an example of experimental archaeology and the construction of the full-scale research-model of the Cavalière ship's bottom, dans Hocker F. et Englert A. (ed.) (*ISBSA 10*).

MARSDEN P.

[1221] Si le contenu et la valeur scientifique des textes de cette "encyclopédie" sont d'un niveau très médiocre, la qualité des illustrations est en revanche excellente et c'est donc uniquement pour cette raison que cette référence est indiquée ici. J'ai notamment repris certaines des photographies publiées pour illustrer mon paragraphe sur les épaves de Mazarron.

1967, *A Ship of the Roman period from Blackfriars, in the City of London*, Guildhall Museum, Londres.

1994, *Ships of the port of London, first to eleventh centuries AD* (Archaeological Report 3), English Heritage, Londres.

MARTIN R.

1977, Les premières manifestations de la charpente. La charpente dans l'Antiquité méditerranéenne, dans l'*Encyclopédie des Métiers. La charpente et la construction en bois*, Tome 1. 3, Les Compagnons Charpentiers du Devoir, Paris, p. 101-125.

MAUSS M.

1967, *Manuel d'ethnographie*, Petite Bibliothèque Payot, Paris.

MEEKS D.

1997, Navigation maritime et navires égyptiens : les éléments d'une controverse, dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997 (*Le Temps de l'Innovation*), p. 175-194.

MEUCCI C. et BERTI F.

1997, La nave di Comacchio. Documenti di un restauro, dans Marini Calvani M. (dir.), *Schede di Archeologia dell'Emilia Romagna*, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali. Sopraintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, Florence.

MILLET P. B.

1996, *Instrumentum Domesticum* Romà del museu episcopal de Vic. La col·lecció de segells en àmfora, *tegula* i morter, *Pyrenae*, n° 27, Universitat de Barcelona, Barcelone, p. 311-326.

MINGAUD M.

1993, *Spartum*, dans Amouretti M.-Cl. et Comet G. (dir.), *Des hommes et des plantes. Plantes méditerranéennes, vocabulaire et usages anciens, table ronde Aix-en-Provence mai 1992*, Cahier d'histoire des techniques, 2, Université de Provence, Aix-en-Provence, p. 45-69.

MONNIER J.-L., PÉTREQUIN A.-M. et PÉTREQUIN P.

1997, La reconstitution d'un pignon de maison, dans Pétrequin P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura) III. Chalain station 3. 3200-2900 av. J.-C.* Vol. 1, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, p. 299-307.

MORRISON J. S.

1972, Review of L. Casson, *Ships and Seamanship in the Ancient World*, *IJNA*, 1, p. 230-232.

MORRISON J. S. et WILLIAMS R. T.

1968, *Greek Oared Ships. 900-322 B.C.*, Cambridge University Press, Cambridge.

MÜLLNER A.

1890 a, Ein Schiff im Laibacher Moore I, *Laibacher Zeitung* 266, 19.11. 1890, p. 2217-2218.

1890 b, Ein Schiff im Laibacher Moore II, *Laibacher Zeitung* 267, 20.10. 1890, p. 2225-2226.

1892 a, Ein Schiff im Laibacher Moore, *Argo*, 1-7.

1892 b, Letno porocilo. Dezelni muzej. - V, *Ob nave dezelnega zbora kranjskega*, 32, p. 186-204.

1894, Kleiner Mittheilungen, *Argo* 3, p. 153-157.

1897, Fund eines Einbaumes am Moore bei Schwarzdorf, *Argo* 5, p. 85-86.

1900, Die zukunft der Stadt Laibach.XXXV. Die Fahrzeuger und ihr Verkehr auf der Save, *Argo* 8, p. 87-89.

1909, *Geschichte des Eisens in Krain, Görz und Istrien*, Laibach, 1909.

NEGUERUELA I.

2000, Managing the maritime heritage: the National Maritime archaeological Museum and National Centre for Underwater Research, Cartagena, Spain, *IJNA*, 29.2, p. 179-198.

NEGUERUELA I., PINEDO J., GÓMEZ M., MIÑANO A., ARELLANO I. et BARBA J. S.

1995, Seventh-century BC Phoenician vessel discovered at Playa de la Isla, Mazarron, Spain, *IJNA*, 24.3, p. 189-197.

2000, Descubrimiento de dos barcos fenicios en Mazarrón (Murcia), dans *Actas del IV Congresso Internacional de estudios fenicos y púnicos, Cádiz, oct. 1995, vol. IV*, Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz, Cadix, p. 1671-1679.

NIETO PIETRO F. J.

1982, El pecio del Cap del Vol. Nuevas aportaciones, *Cypsela*, IV, p. 165-168.

1984, *Introducciòn a la arqueologia subacuàtica*, Barcelone.

NIETO F. J. et FOERSTER F.

1980, El pecio romano del Cap del Vol (Campañas de 1978 y 1979), *Cypsela*, III, p. 163-177.

1981, Notes and News. Spain. Cap del Vol, *IJNA*, 10.2, p. 157.

NIETO X., TERONGÍ F. et SANTOS M.

2002, El pecio de Cala Sant Vicenç, *Revista de Arqueología* 258, p. 18-25.

2003, Il relitto greco-arcaico di *Cala Sant Vicenç*, Maiorca, *L'archeologo Subacqueo*, IX, 2, p. 11-14.

NUCCI F. et ORSINI S.

2003, Informations nouvelles sur l'épave antique retrouvée près de Mariana, *Cahiers Corsica*, 209-210, Bastia.

PANVINI R.

1993, La nave greca di Gela, *Archeologia Viva*, 37.4, p. 59-67.

1997, La nave greca arcaica di Gela: nuovi dati dallo scavo e ipotesi sulla rotta seguita, dans *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea, Anzio, maggio-giugno 1996*, Éditions Edipuglia, Bari, p. 135-142.

1998, La nave greca arcaica, dans Panvini R. (ed.), *Gela. Il Museo Archeologico*, Catalogue d'exposition, Gela, p. 96-97.

1999, Il relitto arcaico di Gela, *Nuove Effemeridi*, 46, 1999/II, p. 61-66.

PANVINI R. (DIR.)

2001, La nave greca arcaica di Gela (e primi dati sul secondo relitto greco), Éditions Salvatore Sciascia, Caltanissetta.

PÂRIS F.-Ed. (amiral)

1830-1932, *Le voyage de la Favorite : collection de bateaux dessinés d'après nature, 1830, 1831, 1832*, Paris.

1843, *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens*, Éditions A. Bertrand, Paris.

1975 (réed.), *Souvenirs de marine conservés : collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus avec les éléments numériques nécessaires à leur construction*, Éditions des 4 seigneurs, Grenoble, vol. 1 (1ère édition : 1882-1908, Gauthier-Villars Éditions, Paris).

1976 (réed.), *Souvenirs de marine. Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus avec les éléments numériques nécessaires à leur construction*, Éditions des 4 seigneurs, Grenoble, vol. 3 (1ère édition : 1882-1908, Gauthier-Villars Éditions, Paris).

1992, *Le voyage de la Favorite*, textes et légendes É. Rieth, Éditions Anthèse, Poitiers (1ère édition : 1830-1832).

PARKER A. J.

1992, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces* (BAR International Series 850), Oxford.

PAVAN M.

1991, *Dall'Adriatico al Danubio*, Éditions Programma, Padoue.

PÉTREQUIN P. (DIR.)

1991, *Construire une maison 3000 ans av. J.-C.*, Éditions Errance, Paris.

PIERCE R.

2000, After 5000 year voyage, world's oldest built boats deliver, Internet http://www.abc.se/~m10354/mar/abydos.htm (article remis à jour en 2003).

POMEY P.

1970, *Recherches sur la Construction Navale à l'Époque Romaine*, Mémoire de maîtrise, sous la direction de G. C. Picard, Université Paris IV, non publié

1981, L'épave de Bon-Porté et les bateaux cousus de Méditerranée, *MM*, 67-3, p. 225-243.

1985, Mediterranean sewn boats in Antiquity, dans *Sewn Plank Boats*, p. 35-48.

1988, Principes et méthodes de construction en architecture navale antique, dans *Navires et commerces de la Méditerranée antique : hommage à Jean Rougé, Cahiers d'Histoire*, XXXIII, n°3-4, Lyon, p. 397-412.

1993, Prospection thématique, *Bilan Scientifique DRASM 1992*, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, Paris, p. 44.

1994 a, Prospection thématique, *Bilan Scientifique DRASM 1993*, Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 43-44.

1994 b, Shell conception and skeleton process in Ancient Mediterranean shipbuilding, dans Westerdahl Ch. (ed.) 1994, *Crossroads in Ancient Shipbuilding, Proceedings of the Sixth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 6), Roskilde 1991*, Oxbow Monograph 40, Oxford, p. 125-130.

1995, Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille, *CRAI*, avril-juin, p. 459-484.

1996, Dendrochronologie des épaves antiques de Méditerranée, *Bilan Scientifique DRASSM 1995*, Ministère de la Culture, Paris, p. 56-57.

1997, Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique : de

l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises , dans Garcia D. et Meeks D. (dir.) 1997, p. 195-203.

1998 a, Conception et réalisation des navires de l'Antiquité méditerranéenne, dans Rieth É. (dir.) 1998 b, p. 49-72.

1998 b, Les navires grecs archaïques de Marseille, *Marseille, revue culturelle*, n° 185, p. 21-30.

1999 a, Les épaves grecques archaïques de la place Jules-Verne, dans Hesnard *et alii* (dir.) 1999 (*Parcours de villes. Marseille*), p. 35.

1999 b, Le port archaïque et ses deux épaves, dans Hermary A. *et alii* (dir.), *Marseille grecque. La cité phocéenne (600-49 av. J.C.)*, Éditions Errance, Paris, p. 47-49.

1999 c, Les épaves grecques du VIe s. av. J.-C. de la place Jules-Verne à Marseille, dans Pomey P., Rieth É. (dir.) 1999 (*Archaeonautica*, 14), p. 147-154.

1999 d, Les bateaux grecs archaïques de Marseille, *Les bateaux. De la trière aux voiles de course*, Bibliothèque Pour la Science, Luçon, p. 6-13.

2000, Un témoignage récent sur la pêche au corail à Marseille à l'époque archaïque, dans Morel J.-P., Rondi-Costanzo C. et Ugolini D. (dir.), *Corallo di ieri. Corallo di Oggi, Atti del Convegno, Ravello, Villa Rufola, dicembre 1996* (Scienze e Materiali del Patrimonio Culturale 5), Éditions Edipuglia, Bari, p. 37-39.

2001, Les épaves grecques archaïques du VI^{e} siècle av. J.-C. de Marseille : épaves Jules-Verne 7 et 9 et César 1, dans Tzalas H. (éd.) 2001 (*Tropis VI*), p. 425-437.

2002 a, Épave de *Bon Porté 1*, dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 113-116.

2002 b, Navires étrusques, navires mystérieux ?, dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 106-108.

2002 c, Épaves *Jules-Verne 9* et *Jules-Verne 7*, dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 121-123.

2002 d, Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique : l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, dans Tzalas H. (ed.) 2002 b (*Tropis VII*), p. 597-604.

2002 e, Remarque sur la faiblesse des quilles des navires antiques à retour de galbord, dans Rivet L. et Sciallano M. (dir.), *Vivre, produire et échanger. Reflets méditerranéens. Mélanges offerts à B. Liou* (Archéologie et Histoire Romaine 8), Éditions Monique Mergoil, Montagnac, p. 11-19.

2003, Reconstruction of Marseilles 6th century BC Greek ships, dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 57-65.

2004, Principles and Methods of construction in ancient naval architecture, dans Hocker F. M. et Ward C. A. (ed.) 2004, p. 25-36.

À paraître, Les navires étrusques : mythe ou réalité ?, *Actes du XXIV^{e} colloque di Studi Etruschi ed Italici, Marseille-Lattes, sept.-oct. 2002* (Studi Etruschi).

POMEY P. (DIR.), GIANFROTTA P. A., NIETO X. et TCHERNIA A.

1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence.

POMEY P. et GUIBAL F.

2000, Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée (Bouches-du-Rhône et Var), *Gallia Informations, 1998-1999. DRASSM 1991-1995*, Éditions du CNRS, Paris, support CDRom.

2003, Programme thématique : « Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée », *Bilan Scientifique DRASSM 1998*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 51-53.

POMEY P. et HESNARD A.

1993 a, Les épaves romaines et grecques, dans *Le Temps des découvertes. Marseille, de Protis à la reine Jeanne*, *Catalogue d'exposition*, *Musée d'Histoire de Marseille*, Musées de Marseille, Marseille p. 59-62.

1993 b, Marseille. Place Jules-Verne. V – Les épaves romaines et grecques, *Bilan Scientifique D.R.A.C. Provence - Alpes - Côte d'Azur,* S.R.A., Ministère de la Culture et de la Francophonie, Paris, p. 112-115.

POMEY P. et LONG L.

1992, Les premiers échanges maritimes du Midi de la Gaule du VI^{e} au III^{e} s. av. J.-C. à travers les épaves, dans Bats M., Bertucchi G., Congès G. et Trézigny H. (dir.), *Marseille grecque et la Gaule* (études massaliètes 3), Éditions ADAM (Lattes) et Université de Provence (Aix), Gap, p. 189-198.

POMEY P., LONG L., L'HOUR M., BERNARD H. et RICHEZ F

1988, Recherches sous-marines, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire. 1987-1988*, 1, Éditions du CNRS, Paris, p. 1-78.

1992, Recherches sous-marines, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire*, 1, Éditions du CNRS, Paris, p. 1-85.

POMEY P. et RIETH É. (dir.)

1999, *Construction navale maritime et fluviale. Approches archéologique, historique et ethnologique, Actes du Septième Colloque International d'Archéologie Navale* (ISBSA 7)*, Ile Tatihou 1994* (Archaeonautica 14, 1998), Éditions du CNRS, Paris.

2001, La trirème antique de Napoléon III : un essai d'archéologie navale expérimentale

sous le second empire, dans *Napoléon III et l'archéologie. Une politique archéologique nationale sous le Second Empire, Colloque oct. 2000* (Bulletin de la Société Historique de Compiègne), Compiègne, p. 239-266.

À paraître, *Archéologie Navale*, collection « Archéologiques », Éditions Errance, Paris.

POMEY P. et RIVAL M.

2002, L'épave *Grand Ribaud F*, dans Long L., Pomey P. et Sourisseau J.-Ch. (dir.) 2002 (*Les Étrusques en mer*), p. 113-115.

POUJADE J

1948, Techniques navales. Ancien Empire – Route des Indes. Amérique du Sud, *ASAE*, n°48, p. 203-212.

POUMAILLOUX P.

1999, Le « mtepe », bateau cousu des swahili, suivi d'un glossaire technique, *Études Océan Indien*, 27-28, p. 227-328.

PRABHA RAY H. et SALLES J. F.(ED)

1996, *Tradition and archaeology: early maritime contacts in the Indian Ocean. Proceedings of the International seminar, techno-archaeological perspectives of seafaring in the Indian Ocean, 4th cent. B.C. – 15th cent. A.D., New Delhi, feb-march 1994*, Manohar Publishers and Distributors, New Delhi, p. 247-260.

PRADALIÉ L. (DIR.)

À paraître, *Le vent, la navigation et le patrimoine maritime, manuel pratique*. Région Languedoc Roussillon, École d'Éole, consultable sur Internet à l'adresse www.ame-Ir.org

PULAK C.

1988, The Bronze Age shipwreck at Ulu Burun, Turkey : 1985 campaign, *AJA*, 92-1, 1988, p. 1-37.

RICCARDI E.

1986, In provincia di Oristano l'ultimo tassone, *Archeologia Viva*, 5.1, p. 41-46.

1988, Fassone. L'embarcation de jonc de Oristano – Sardaigne – Italie, dans Figueiras O. L. (ed.), *Local Boats, Part. II* (BAR 15 438, II), p. 275-286.

RIETH É.

1981, La construction navale à fond plat en Europe de l'Ouest, *Ethnologie française*, XI,

1, p. 47-62.

1982, L'archéologie navale : des ouvrages de la Renaissance à l'archéologie expérimentale, *Neptunia*, 148, p. 5-16.

1985, La question de la construction navale celtique, *Actes du 107è congrès National des Sociétés Savantes, Brest 1982*, Paris, p. 129-138.

1988, Augustin Jal : un archéologue « du mot et de l'image », dans *Actes du 112e Congrès National des Sociétés Savantes, Lyon, 1987*, *Histoire des Sciences et Techniques*, 1, Paris, CTHS, p. 251-258.

1992, *Le voyage de la Favorite : collection de bateaux dessinés d'après nature, 1830, 1831, 1832. Amiral E. Pâris*, Éditions Anthèse, Paris.

1993, *Voiliers et pirogues du monde au début du XIXe siècle. "Essai sur la construction navale des peuples extra-européens" de l'Amiral Pâris (1843)*, Du May, Paris.

1998 a, *Des bateaux et des fleuves. Archéologie de la batellerie du Néolithique aux Temps modernes en France*, Éditions Errance, Paris.

1998 b, Construction navale à franc-bord en Méditerranée et Atlantique (XIVe-XVIIe siècles) et « signatures architecturales » : une première approche archéologique, dans Rieth É. (dir.) 1998 a, p. 177-187.

2001, Observer, dessiner, décrire, comparer, analyser : une nouvelle méthode d'étude de l'architecture navale selon l'amiral Pâris (1806-1893) dans Brun J.-P. et Jockey Ph. (dir.) 2001 (*τέχναι*), p. 663-674.

RIETH É. (DIR.)

1998 a, *Méditerranée antique. Pêche, navigation, commerce. Congrès National des sociétés historiques et scientifiques, 120e, Aix-en-Provence, octobre 1995, 121e, Nice, octobre 1996*, Éditions du CTHS, Paris.

1998 b, *Concevoir et construire les navires. De la trière au picoteux*. *Technologies, Idéologies, Pratiques* (Technologies/Idéologies/Pratiques, Revue d'anthropologie des Connaissances, vol. XIII, n°1), Éditions Erès, Ramonville.

RIGAUD PH.

2001, La marine d'Arles. Une histoire deux fois millénaire, *Le Chasse-Marée*, n°146, p. 16-27.

RIVAL M.

1991, *La Charpenterie navale romaine. Matériaux, méthodes, moyens*, Éditions du CNRS, Paris.

ROCCA M.

1998, Proposta preliminare per lo scavo e recupero dei relitti di Gela, *L'Archeologo*

Subacquea, IV,1, p. 18.

ROLDAN BERNAL B., PERERA RODRÍGUEZ J., SANTOS B. FRUTOS J. et PINEDO REYES J.

1994, El Fondeadero de la Playa de la Isla. Avance preliminar, *El Mondo Pùnico : historia, sociedad y cultura*, Murcie, p. 503-516.

ROMAN R.

1988, *Étude architecturale et comparative de six navires de commerce antique*, Mémoire de DEA, sous la direction de P.-A. Février, Université de Provence, UER d'Histoire.

ROSLOFF J.

1990, The Ma'agan Michael shipwreck excavation – 1989 season, *CMS News*, 17.

1991, A one-armed anchor of *c.* 400 BCE from the Ma'agan Michael vessel, Israel. A preliminary report, *IJNA*, 20.3, p. 223-226.

2003, The anchor, dans Black E. (ed.) 2003 (*The Ma'agan Mikhael ship*), p. 140-146.

RULE M.

1990, The Romano-Celtic ship excavated at St-Peter Port, Guernsey, dans McGrail S. (ed.), *Maritime Celts, Frisians and Saxons. Council for British Archaeology* (Research Report 71), p. 49-56.

SALEMKE G.

1973, Schiffsarcheologie. Die Ausgrabung eines Binnensee transportschiffes , Schiffsarcheologie von 1890 aus Laibach, Osterreich (jetzt Ljubljana in Jugoslavien), *Das Logbuch*, I/9, p. 21-24.

SANESI L.

1985, L'insediamento romano di Corte Cavanella (Loreo). Rapporto preliminare, *QuadAVen*, 1, p. 11-23.

1986, L'insediamento romano di Corte Cavanella di Loreo, dans De Min M. et Peretto R. (dir.), *L'antico Polesine. Testimonianze archeologiche e paleoambientali*, Cat. Mostra, Padoue, p. 237-257.

1990/1991, Il Polesine in età romana in base ai recenti scavi condotti ad Adria, Corte Cavanella di Loreo e Runzi, *Padusa*, 26-27, p. 291-295.

SANESI L., BONOMI S. et TONIOLO A.

1986, L'insediamento romano di Corte Cavanella di Loreo, *QuadAVen*, 2, p. 25-30.

SANTAMARIA C.

1975, L'épave A du Cap Dramont (Saint-Raphaël). Fouilles 1971-1974, *Revue Archéologique de Narbonnaise*, VIII, p. 185-198.

SERVIN A.

1948, Constructions navales égyptiennes. Les barques de Papyrus, *ASAE*, 48, p. 55-88.

SEVERIN T.

1984, *Le voyage de Sindbad*. Trad. de l'angl. par F. & G. Casaril, Éditions Albin Michel, Paris.

1985, Constructing the Omani Boom, dans *Sewn Plank Boats*, p. 279-287.

STEFFY J. R.

1976, The institute's model ship, *AINA Newsletter*, 3.1, p. 1-4.

1985, The Kyrenia Ship: An Interim Report on its Hull Construction, *AJA*, vol. 89, p. 71-101.

1989, The rôle of three-dimensional research in the Kyrenia ship reconstruction, dans Tzalas H. (ed.) 1989 (*Tropis 1*), p. 249-262.

1994, *Wooden shipbuilding and the interpretation of shipwreck*, A & M University Press, College Station.

TÄCKHOLM V.

1974, *Student flora of Egypt*, Cairo University, 2nde édition.

TÄCKHOLM V. et DRAR M.

1950, *Flora of Egypt, Vol. II. Angiospermae, part Monocotyledones: Cyperaceae – Juncaceae*, Bulletin of the Faculty of Science n°28, Fouad I University, Cairo.

TÄCKHOLM V. et TÄCKHOLM G.

1941, *Flora of Egypt, Vol. 1. Pteridophyta, gymnospermae and angiospermae, part monocotyledones: typhacae – graminae*, Bulletin of the Faculty of Science n°17, Fouad I University, Cairo.

TCHERNIA A.

1969, Informations archéologiques. Recherches sous-marines, *Gallia*, 27, p. 465-499.

2001, Eustathe et le rafiot d'Ulysse (*Od*. V), dans Brun J.-P. et Jockey Ph. (dir.) 2001 (*τέχναι*), p. 625-631.

TERRANOVA F.

2001, Le strutture lignee delle navi greche di Gela, *L'Archeologo Subacqueo*, VII.3, p. 10.

TERRANOVA F. et LO CAMPO P.

2001, Analisi dei reperti lignei, dans Panvini R. (dir.) 2001, p. 109-113.

TERFE A.

1992, La présentation et le remontage des barques de Pommeroeul, *Préactes du 4è Congrès de l'association des cercles francophones d'histoire et d'archéologie de Belgique*, p. 278.

1998, Le remontage des barques gallo-romaines de Pommeroeul (Belgique). Étape nécessaire de l'étude archéologique ?, *Archaeonautica*, 14, p. 79-86.

TORTORICI E.

1997, Archeologia subacquea e trasformazioni geomorfologiche del territorio : il caso della laguna di Grado, *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea, Anzio 1996* (AIASub), Bari 1997, 315-325.

TRESMAN J. (ED.)

2004, The Ma'agan Mikhael Ship. The Recovery of a 2400-Year-Old Merchantman. Final Report, Vol. II, Israel Exploration Society and University of Haifa, Jerusalem.

TZALAS H. (ED.)

1989, *Tropis I, 1st International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Piraeus 1985, Proceedings*, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

1990, *Tropis II, 2nd International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Delphis 1987, Proceedings*, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

1995, *Tropis III, 3rd International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Athens 1989, Proceedings*, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

1996, *Tropis IV, 4th International Symposium on ship construction in Antiquity, Athens 1991, Proceedings*, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

2001, *Tropis VI, 6th International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Lamia 1996, Proceedings*, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

2002 a, *Tropis VII, 7th International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Pylos 1999, Proceedings*, Vol. 1, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical

Tradition, Athènes.

2002 b, *Tropis VII, 7th International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Pylos 1999, Proceedings*, Vol. 2, Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes.

À paraître, *Tropis VIII, 8th International Symposium on Ship Construction in Antiquity, Hydra, août 2002, Proceedings*.

UCCELI G.

1950, *Le navi di Nemi*, Libreria dello stato, Rome, 2nde édition (1ère éd. : 1940).

UGOLINI D.

2001, Agde. Le port, dans Lugand M. et Bermond I. (dir.), *Agde et le bassin de Thau* (Carte Archéologique de la Gaule, 34/2), p. 123.

VARADARAJAN L.

1998, *Sewn Boats of Lakshadweep*, National Institute of Oceanography, Goa.

VECCELLA R.

2003, *Ihu Va'a no raivavae. Fabrication moderne des pirogues cousues de l'île de Raivavae. Archipel des Australes – Polynésie française*. Mémoire présenté en vue du diplôme de l'EHESS sous la direction de Tchernia A., Marseille.

Voyages en mer de Chine

2004, carnet de l'exposition *Voyages en mer de Chine*, juin-oct. 2004, Musée portuaire, Dunkerque.

WACHSMANN S.

1998, *Seagoing Ships & Seamanship in the Bronze Age Levant*, Texas A & M University Press, College Station, Chatham Publishing, Londres.

WACHSMANN S. et RAVEN K.

1987, Maagan Michael coast, Israel: the remains of a ship, *NAS, the Newsletter.*

WARD C.

2000, *Sacred and Secular: Ancient Egyptian Ships and Boats*, The University Museum. University of Pennsylvania (Archaeological Institute of America), Philadelphie.

2003, Sewn Planked Boats from Early Dynastic Abydos, Egypt, dans Beltrame C. (ed.) 2003 (*ISBSA 9*), p. 19-23.

2004, Boatbuilding in Ancient Egypt, dans Hocker F. M. et Ward C. A. (ed.) 2004, p. 13-

24.

WARD HALDANE C.

1984, A fourth Boat from Dashur, *AJA*, 88.3, p. 389.

1988, Boat Timbers from El-Lisht: A New Method of Ancient Egyptian Hull Construction. Preliminary Report, *MM*, 74.2, p. 141-152.

WEERD M. D.

1988, A Landlubber's view of shipbuilding procedure in the Celtic barges of Zwammerdam, the Netherlands, dans Lixa Filgueiras O. (ed.), *Local Boats. Fourth International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 4), Porto 1985, Part i* (BAR International Series 438(i)), p. 35-51.

WERKER E.

2003, The Wood material, dans Black (ed.) 2003 (*The Ma'agan Mikhael ship*), p. 241-243

WESTERDAHL C.

1985, Sewn boats of Sweden, dans *Sewn Plank Boats*, p. 211-232.

1992 "The maritime cultural landscape", *IJNA* 21.1, p. 5-14.

1994 Maritime cultures and ship types: brief comments on the significance of maritime archaeology, *IJNA* 23.4, p. 265-270.

WICHA S.

2001, La Baie de l'Amitié. Ier s. ap. J.-C.. Cap d'Agde, Hérault (34), *Rapport de fouille programmée*, archives DRASSM, non publié.

2002 a, Hérault. Au large d'Agde. Épave *Baie de l'Amitié*, *Bilan Scientifique DRASSM 2001*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 43-44.

2002 b, Épave *Barthélemy B*. Second quart du 1er siècle après J.-C. *Rapport de fouille programmé*, archive DRASSM, non publié.

2003, L'épave des tuiles Barthélemy B, 2003, *Bilan Scientifique DRASSM 1992*, Ministère de la Culture et de la Communication, Paris, p. 71-73.

2004, Barthélemy B : un bateau antique détenant un assemblage original par ligatures végétales chevillées. Une tradition technique dont l'origine reste à préciser…, *CAS*, XV, p. 135-143.

WICHA S., GUIBAL F. et MÉDAIL F.

2003, Archaeobotanical characterisation of three ancient Mediterranean shipwrecks, dans Fouache É. (ed.), *The Mediterranean World Environment and History, Paris, avril 2002*, Éditions Elsevier, Paris, p. 233-237.

WILKES J. J.
1969, *Dalmatia*, Éditions Routledge et K. Paul, Londres.

WRIGHT E.V.
1990, *The Ferriby boats. Seacraft of the Bronze Age*, Éditions Routledge, Londres et New York.

WYLDE SWINY H. et KATZEV M. L.
1973, The Kyrenia shipwreck: A fourth-century B.C. Greek merchant ship, dans Blackman D.T. (ed.) 1973, *Marine Archaeology, Proceedings of the Twentythird Symposium of the Colston Research Society, avril 1971, Bristol* (Colston Papers n°23), Butterworths, Londres, p. 339-355.

Un site Internet concernant les épaves de Kyrenia, de Mazarrón, de Marsala 1, de Ljubljana, de Comacchio et d'Aquilée dont il est question dans ce manuscrit, ainsi que d'autres épaves découvertes en Europe, est consultable à l'adresse : http ://www2.rgzm.de/Navis/Home/NoFrames.htm

INDEX

A

Abydos, 24, 28, 84, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 115, 118, 121, 125, 401, 402, 420, 425, 428, 430, 476, 490, 501, 550, 569, 571, 586, 587, 590, 599, 624, 625, 626, 627, 628, 648, 651, 715
Adriatique, 32, 38, 42, 43, 44, 74, 75, 76, 79, 181, 251, 275, 302, 311, 321, 323, 349, 355, 364, 365, 367, 371, 381, 384, 385, 387, 388, 391, 403, 404, 419, 424, 433, 434, 437, 440, 444, 446, 488, 490, 530, 544, 545, 563, 569, 570, 571, 587, 600, 602, 603, 604, 622, 643, 645, 647, 648, 650, 657, 660, 661, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 673, 675, 677, 703
Aenona, 349, 355, 666
Afrique, 25, 26, 28, 47, 76, 77, 141, 275, 450, 452, 454, 459, 472, 473, 568, 569, 573, 575, 578, 579
Alabardine, 574, 575
Alfa, 105, 121, 241, 305, 307, 430, 434, 436, 439, 441, 523, 524, 534, 535, 536, 538, 539, 541, 570, 571, 573, 574, 575, 576, 577, 581, 582, 585, 596, 602, 607
Aquilée, 321, 355, 403, 530, 544, 563, 600, 643, 644, 660, 667, 717
Archéologie expérimentale, 48, 49, 50, 51, 56, 69, 397, 450, 495, 498, 499, 500, 503, 556, 559, 564, 565, 569, 570, 589, 598, 599, 673, 676
Arno, 324, 326, 410
Aubier, 287, 298, 336, 343, 444, 570, 571, 579, 580, 581, 608
Aulu Gelle, 64, 72, 81, 568, 666
Auser, 326

B

Baie de l'Amitié, 54, 347, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 379, 417, 423, 443, 444, 515, 523, 524, 529, 564, 590, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 641, 648, 658, 716
Barque de papyrus, 84, 88
Barque funéraire, 104, 115
Barque solaire, 115
Barques de papyrus, 83, 86, 87, 88, 626, 627
Barthélemy B, 54, 333, 336, 337, 338, 417, 423, 443, 444, 515, 529, 564, 570, 579, 581, 590, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 641, 696, 701, 702, 716
Bateau d'Ulysse, 67, 68, 69, 71, 72, 79
Bedan, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 470, 471, 473, 486, 487, 489, 490, 492, 493, 494, 601, 606, 612
Beden, 454, 459, 460, 468, 486
Bevaix, 257, 309
Blackfriars, 256, 257, 306, 309, 310, 311, 704
Blackfriars 1, 256, 306, 309, 310, 311
Bon Porté, 30, 47, 67, 93, 149, 152, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 173, 174, 178, 234, 236, 403, 409, 412, 421, 430, 431, 441, 442, 452, 455, 459, 504, 514, 563, 600, 604, 612, 630, 631, 633, 634, 648, 652, 654, 655, 669, 696, 708
Bon Porté 1, 67, 630, 633
Boutres, 472
Brenta, 323, 365, 367

C

Cala Sant Vicenç, 45, 158, 162, 163, 165, 166, 167, 178, 234, 403, 409, 421, 431, 442, 504, 514, 563, 591, 600, 604, 630, 634, 648, 652, 654, 655, 669, 706
Calfatage, 62, 80, 85, 100, 138, 141, 143, 145, 256, 366, 456, 457, 459, 472, 487, 629, 654, 682
Cannabis sativa, 578
Cap Béar 3, 54, 296, 299, 300, 301, 417, 423, 443, 444, 515, 523, 529, 564, 570, 579, 581, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 648, 689
Cap del Vol, 54, 314, 317, 318, 319, 320, 347, 362, 417, 423, 443, 515, 529, 564, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 641, 648, 691, 705, 706

Cavalière, 45, 54, 265, 267, 269, 272, 274, 276, 292, 300, 417, 418, 423, 443, 444, 500, 502, 503, 506, 515, 516, 518, 523, 528, 529, 542, 558, 559, 561, 562, 564, 565, 590, 594, 608, 609, 615, 638, 639, 640, 648, 658, 689, 703
Cervia, 31, 156, 311, 367, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 390, 391, 392, 403, 424, 433, 530, 544, 563, 591, 600, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 661, 663, 666, 667, 685, 703
César 1, 158, 173, 175, 189, 191, 192, 193, 194, 198, 201, 213, 234, 405, 406, 409, 422, 431, 514, 600, 630, 632, 633, 634, 635, 648, 655, 656, 708
Chanvre, 73, 79, 523, 524, 525, 529, 534, 535, 568, 572, 575, 578, 579, 581, 582, 585, 586, 596
Chelingue, 454, 468, 469, 470, 471, 473, 486, 493
Chéops, 24, 28, 62, 89, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 124, 125, 131, 132, 134, 401, 402, 412, 413, 414, 420, 429, 439, 440, 476, 490, 500, 550, 569, 571, 581, 585, 586, 587, 590, 592, 593, 599, 604, 606, 607, 610, 624, 625, 626, 627, 628, 648, 651, 652, 654, 665, 669, 674, 696, 697
Chypre, 42, 43, 90, 91, 95, 216, 223, 226, 578, 654
Comacchio, 45, 219, 302, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 311, 312, 353, 355, 364, 367, 383, 384, 385, 387, 389, 407, 408, 414, 415, 416, 424, 433, 434, 440, 441, 488, 500, 501, 524, 530, 533, 534, 535, 541, 542, 543, 544, 553, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 570, 571, 577, 581, 584, 588, 589, 590, 591, 594, 600, 602, 607, 613, 643, 644, 645, 647, 648, 652, 654, 660, 661, 663, 664, 665, 666, 667, 669, 674, 684, 704, 717
Coracle, 90, 91, 95
Coracles, 75, 91
Corse, 152, 153, 234, 237, 682
Corte Cavanella, 355, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 403, 433, 434, 530, 544, 563, 589, 600, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 661, 712
Corte Cavanella 1, 355, 369, 370, 371, 373, 374, 375, 600, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 662
Corte Cavanella 2, 373, 374, 530, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 662
Côte dalmate, 76, 355, 424, 434, 545, 549, 564, 603, 604, 614, 643, 647, 649, 663, 665, 667, 669
Côte de Coromandel, 29, 452, 454, 468, 471, 474, 486, 488, 490, 492, 493, 602, 614
Croatie, 30, 300, 349, 352, 403, 545, 571
Curraghs, 91
Cyperus papyrus, 572, 573

D

Dahchour, 28, 63, 86, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 406, 420, 436, 489, 490, 569, 624, 625, 626, 627, 628, 648
Dalmatie, 78, 349, 355
Delta du Pô, 530, 614, 615, 666
Desmostachya bipinnata, 121, 430, 436, 439, 569, 571, 572, 573, 574, 581, 599, 605
Dramont C, 45, 54, 284, 288, 289, 290, 294, 417, 423, 443, 444, 515, 529, 564, 570, 579, 581, 590, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 648, 697

E

Èbre, 319, 361
Écorce jaune de saule, 352, 435, 548, 571, 579, 603
Égée, 64, 91, 92, 95, 162, 179, 214, 656, 666, 672
Égypte, 24, 26, 28, 38, 39, 41, 42, 44, 47, 56, 57, 61, 62, 63, 70, 79, 80, 83, 84, 87, 89, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 104, 107, 116, 118, 119, 120, 124, 126, 128, 129, 133, 134, 393, 402, 406, 410, 412, 414, 436, 437, 438, 447, 450, 476, 486, 500, 568, 569, 571, 572, 573, 574, 581, 589, 599, 604, 651, 652, 653, 654, 666, 669, 675, 685
Embarcations de peaux, 25, 26, 74, 95
Embarcations de roseaux, 25, 115
Embarcations primitives, 25, 26, 41, 74, 80, 85, 461, 569
Épave de la place Tolozan, 100
Épave du pont antique de Châlons-sur-Saône, 100
Eschyle, 40, 70, 71, 79, 81, 568, 571, 656
Espace de navigation, 45, 48, 56, 75, 92, 101, 102, 115, 125, 126, 134, 144, 151, 159, 166, 173, 174, 179, 187, 193, 199, 208, 222, 231, 237, 248, 258, 265, 274, 275, 281, 288, 289, 294, 299, 300, 310, 311, 319, 326, 330, 331, 337, 346, 347, 355, 361, 362, 367, 370, 375, 379, 384, 385, 391, 393, 410, 453,

455, 460, 464, 472, 482, 485, 495, 564, 622, 623, 628, 629, 634, 640, 641, 645, 646, 649, 658, 662, 664, 666, 667, 673, 675, 703
Espace nautique, 151, 346, 494, 622
Espagne, 19, 24, 27, 42, 43, 72, 76, 77, 136, 144, 162, 268, 296, 314, 319, 361, 403, 412, 417, 431, 440, 442, 443, 524, 535, 568, 569, 574, 575, 576, 578, 629, 630, 640, 696
Étanchéité, 50, 51, 62, 68, 85, 100, 102, 112, 121, 138, 141, 143, 150, 157, 164, 171, 172, 174, 198, 205, 206, 219, 229, 254, 255, 271, 298, 306, 307, 310, 321, 343, 352, 353, 354, 359, 364, 366, 374, 378, 383, 389, 390, 398, 399, 401, 403, 413, 414, 415, 419, 421, 422, 423, 424, 427, 428, 429, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 441, 442, 443, 450, 453, 456, 457, 460, 462, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 472, 473, 474, 476, 477, 481, 484, 487, 488, 489, 491, 493, 509, 510, 511, 512, 514, 515, 523, 528, 533, 534, 535, 536, 539, 540, 541, 542, 548, 549, 550, 551, 553, 554, 556, 558, 560, 561, 567, 587, 588, 589, 591, 596, 599, 601, 602, 603, 605, 606, 607, 608, 610, 611, 612, 613, 614, 616, 617, 652
Ethno-archéologie, 48, 543, 551
Ethnographie, 36, 47, 51, 56, 156, 450, 453, 489, 548, 598, 601, 602, 617, 655, 704
Ethnographie navale, 36, 47, 51, 56, 156, 453

F

Famille architecturale, 37, 56, 149, 180, 188, 235, 238, 319, 464, 621, 622, 623, 624, 628, 629, 631, 634, 636, 637, 638, 641, 642, 643, 647, 648, 655, 657, 673
Festus, 72, 75, 76, 81, 568, 665
Foce Vechja I, 235
Fortuna Maris, 302, 312, 684
France, 20, 42, 43, 67, 117, 155, 166, 168, 183, 191, 195, 243, 246, 262, 267, 278, 282, 284, 291, 296, 328, 333, 338, 339, 357, 377, 403, 405, 409, 412, 413, 414, 416, 417, 426, 431, 441, 443, 569, 578, 582, 630, 680, 683, 685, 688, 696, 711

G

Gela, 151, 158, 186, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 221, 223, 234, 236, 407, 408, 409, 422, 431, 514, 600, 630, 632, 633, 634, 635, 648, 655, 674, 683, 688, 691, 692, 706, 711, 714
Gela 1, 151, 158, 186, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 221, 234, 236, 407, 408, 422, 431, 514, 600, 630, 632, 633, 634, 635, 648, 655
Gela 2, 158, 212, 213, 214, 234, 410, 431, 514, 630, 632, 633, 634, 636, 648, 655
Genêt, 76, 77, 568, 572, 574, 581
Genista, 568, 574
Ghe-nôc, 475, 476, 484, 485, 486, 487, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 550, 587
Giglio, 31, 93, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 164, 166, 174, 178, 234, 403, 409, 412, 421, 430, 431, 441, 442, 504, 514, 563, 591, 600, 604, 612, 630, 631, 633, 634, 648, 652, 654, 655, 656, 669, 674, 681, 686
Golfe Persique, 472
Golo, 42, 173, 234, 235, 236, 237, 238, 630, 631, 632, 633, 634, 636, 648, 682
Grand Ribaud F, 45, 158, 195, 199, 200, 201, 202, 213, 214, 234, 405, 406, 422, 431, 432, 514, 589, 591, 593, 600, 630, 632, 633, 634, 635, 648, 655, 701, 710
Grande Grèce, 162, 163, 166, 214, 655
Grèce, 43, 71, 72, 147, 152, 166, 179, 217, 275, 568, 576, 656
Guernesey, 257

H

Hérodote, 40, 61, 62, 63, 79, 81, 134, 568, 572, 580, 627
Homère, 24, 40, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 76, 79, 81, 568, 569, 571, 574, 577, 581, 656

I

Îles Carolines, 29, 478
Îles Laquedives, 29, 452, 454, 464, 465, 468, 470, 471, 473, 486, 494
Inde, 28, 94, 452, 453, 454, 464, 465, 467, 468, 469, 471, 472, 473, 486, 490, 494, 573, 602
Israël, 19, 43, 216, 217, 218, 406, 431, 569, 630
Istrie, 76, 251, 252, 260, 614, 643, 646, 647, 649, 663, 665, 666, 669
Istriens, 75, 76, 78, 79, 260, 568, 569, 571, 665

Italie, 19, 43, 147, 181, 196, 248, 252, 260, 265, 268, 275, 296, 300, 302, 303, 321, 323, 324, 364, 365, 369, 373, 381, 387, 403, 407, 410, 412, 414, 426, 430, 440, 441, 570, 575, 576, 578, 640, 666, 710

J

Jeaume-Garde B, 44, 54, 278, 281, 282, 317, 417, 426, 443, 515, 529, 564, 594, 609, 638
Jules-Verne, 49, 50, 139, 149, 157, 158, 164, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 198, 200, 201, 206, 213, 214, 219, 223, 234, 235, 236, 237, 238, 242, 306, 403, 405, 406, 409, 412, 414, 415, 416, 421, 422, 423, 431, 432, 442, 443, 498, 499, 500, 502, 504, 505, 507, 509, 513, 514, 518, 533, 542, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 569, 571, 581, 585, 588, 589, 591, 593, 594, 600, 601, 604, 605, 606, 612, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 648, 652, 654, 655, 656, 658, 659, 669, 695, 707, 708, 709
Jules-Verne 1-2, 168
Jules-Verne 3, 168
Jules-Verne 4, 168
Jules-Verne 5, 168
Jules-Verne 7, 139, 158, 168, 169, 171, 175, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 198, 200, 201, 206, 213, 214, 223, 234, 235, 236, 237, 238, 306, 405, 406, 409, 414, 415, 416, 422, 423, 431, 432, 442, 514, 569, 571, 581, 585, 588, 589, 593, 594, 600, 630, 632, 633, 634, 635, 636, 648, 655, 656, 708
Jules-Verne 8, 168
Jules-Verne 9, 49, 50, 149, 157, 158, 166, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 213, 219, 235, 237, 238, 242, 403, 409, 412, 416, 421, 431, 432, 442, 443, 498, 499, 500, 502, 504, 505, 507, 509, 513, 514, 518, 533, 542, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 569, 571, 581, 585, 588, 589, 591, 593, 594, 600, 601, 604, 605, 606, 612, 630, 631, 632, 633, 634, 648, 652, 654, 655, 658, 659, 669, 708

K

Kenya, 452, 454, 459, 471
Kyrenia, 32, 42, 43, 50, 185, 226, 228, 229, 231, 232, 233, 565, 630, 631, 633, 634, 636, 648, 655, 693, 698, 713, 717
Kyrenia II, 228

L

L'épave antique de Mariana, 235
L'épave de la baie du Langoustier, 278
La Roche Fouras, 44, 54, 262, 265, 266, 417, 423, 443, 444, 515, 529, 564, 590, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 648, 697
La Tour Fondue, 54, 243, 245, 247, 248, 249, 413, 414, 416, 423, 443, 444, 515, 529, 564, 590, 608, 615, 638, 639, 640, 648, 658, 659, 690
Lagune Nord de Venise, 181, 403, 643, 644, 660, 661
Lamu, 454, 462, 464, 471, 486, 496, 695
Lanières en cuir, 580
Lashings, 438
Levier de tension, 85, 89, 466, 474, 480, 485, 489, 536, 541, 543, 551, 553, 557, 558, 598
Liburniens, 72, 73, 75, 76, 79, 349, 355, 568, 569, 571, 580, 582, 665
Licht, 28, 89, 118, 121, 123, 124, 125, 126, 406, 414, 415, 421, 436, 439, 440, 489, 501, 569, 571, 581, 594, 607, 624, 625, 626, 627, 628, 648, 652, 654, 669
Lido de Venise, 365, 367, 370, 403, 404, 433, 434, 530, 544, 563, 591, 643, 644, 645, 647, 648, 660, 661
Lin, 70, 72, 75, 76, 77, 79, 170, 171, 172, 352, 432, 435, 442, 509, 512, 533, 548, 551, 555, 568, 569, 570, 571, 577, 579, 581, 582, 585, 588, 596, 601, 603, 606, 617, 656, 665
Linum usitatissimum, 570, 571, 577
Ljubljana, 30, 76, 78, 156, 157, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 306, 355, 370, 384, 390, 403, 404, 424, 434, 435, 488, 530, 545, 564, 571, 589, 600, 603, 614, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 663, 664, 665, 666, 667, 669, 692, 698, 712, 717
Lutage, 100, 102, 465, 467, 472, 481, 484, 487, 587
Lygeum spartum, 575

M

Ma'agan Mikhael, 153, 158, 161, 166, 175, 189, 194, 202, 210, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 233, 234, 235, 236, 237, 247, 406, 422, 431, 432, 514, 569, 571, 578, 581, 589, 591, 600, 617, 630, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 648, 655, 674, 684, 697, 698, 699, 712, 714, 716
Marco Polo, 28
Marsala, 42, 240, 242, 273, 276, 418, 443, 446, 570, 594, 658, 659, 692, 717
Massalia, 163, 166, 174, 188, 193, 655
Masula, 454
Masulas, 94, 462, 468, 469, 470
Mazarron, 24, 27, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 358, 412, 413, 415, 421, 440, 441, 490, 590, 604, 605, 606, 607, 611, 629, 648, 652, 654, 656, 664, 669, 703, 705
Mazarron 1, 136, 440, 611, 669
Mazarron 2, 136, 139, 143, 144, 421, 440, 441, 604, 611, 648, 652, 669
Méditerranée, 24, 28, 30, 38, 41, 42, 43, 44, 47, 53, 54, 56, 57, 62, 66, 77, 81, 89, 90, 91, 93, 95, 144, 147, 151, 152, 160, 161, 162, 176, 179, 187, 200, 209, 223, 232, 242, 248, 257, 260, 262, 265, 266, 267, 269, 270, 275, 276, 278, 279, 282, 284, 286, 287, 289, 291, 292, 294, 295, 300, 328, 343, 347, 361, 380, 389, 391, 403, 430, 446, 450, 515, 519, 521, 569, 570, 571, 572, 576, 581, 582, 591, 593, 622, 634, 638, 640, 641, 648, 650, 651, 652, 656, 657, 658, 659, 660, 662, 665, 666, 673, 674, 685, 686, 687, 691, 693, 694, 707, 709, 711
Mer Rouge, 28, 472
Milieu de navigation, 622, 663, 664, 667, 669
Mitepe, 454, 455, 462, 463, 464, 468, 470, 471, 473, 486, 487, 489, 490, 492, 493, 494, 601, 606, 612
Modèle d'étude de Cavalière, 502, 515, 609
Modèle d'étude de Comacchio, 531, 662
Modèle d'étude de Nin, 545, 588, 603, 663
Modèle d'étude *Jules-Verne*, 518
Modèle d'étude *Jules-Verne 9*, 512
Modèle d'Oliena, 93
Modèle de Vetulonia, 93
Mtepe, 454, 455, 457, 458, 459, 461, 468, 472, 486, 496, 710

N

Navire de Valle Ponti, 302
Nemi, 116, 273, 715
Nil, 83, 86, 87, 97, 102, 115, 118, 126, 128, 134, 573, 624, 628, 648, 651
Nin, 30, 76, 156, 157, 349, 351, 352, 354, 355, 356, 366, 403, 424, 434, 435, 488, 500, 530, 545, 546, 548, 549, 550, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 559, 561, 563, 564, 571, 577, 579, 581, 584, 585, 587, 589, 591, 600, 603, 614, 643, 644, 645, 647, 649, 660, 663, 664, 665, 666, 667, 687

O

Odam, 454, 464, 465, 466, 467, 468, 486
Odams, 463, 465, 467, 470, 471, 472, 473, 486, 487, 489, 490, 492, 493, 601, 606, 612
Oman, 28, 452, 462, 464, 465, 470, 471, 473, 474, 486, 488, 490, 492, 493, 494, 601, 606, 612, 617

P

Pabuç Burnu, 176, 177, 178, 179, 180, 403, 409, 431, 504, 514, 563, 591, 600, 612, 630, 633, 634, 637, 648, 655, 693
Pacuvius, 68, 72, 79, 568, 571
Padoue, 323, 355, 369, 371, 373, 403, 530, 544, 563, 643, 644, 660, 707, 712
Pannonie, 78
Papyrus, 25, 26, 41, 61, 62, 79, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 95, 102, 105, 106, 114, 115, 134, 486, 568, 569, 572, 573, 574, 577, 580, 626, 627, 651
Pâris, 29, 47, 234, 235, 236, 237, 238, 346, 468, 469, 470, 471, 474, 475, 476, 495, 496, 623, 681, 685, 706, 711
Périple de la mer Érythrée, 28, 453, 461, 688
Pinasses, 580
Pirogue, 25, 26, 324, 475, 477, 478, 480, 481, 483

Pirogues, 25, 26, 28, 29, 80, 92, 102, 254, 475, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 497, 580, 617, 711, 715
Pirogues monoxyles, 25, 26, 92, 102, 254
Pise, 181, 294, 321, 323, 324, 326, 371, 375, 385, 391, 410, 426, 446, 683
Plane 1, 45, 54, 291, 292, 294, 295, 417, 423, 443, 444, 515, 529, 564, 590, 594, 609, 615, 638, 639
Pline, 25, 40, 64, 76, 79, 81, 381, 387, 568, 569, 572, 574, 575, 576, 579, 581, 666
Pô, 302, 311, 369, 370, 371, 375, 381, 385, 387, 424, 433, 440, 444, 530, 544, 563, 645, 646, 648, 661, 665, 666, 667, 689
Poêlons de Syros, 24, 28, 91, 92, 93, 656
Pointe Lequin 1A, 166
Polynésie, 29, 141, 452, 475, 477, 478, 479, 481, 482, 484, 485, 486, 494, 497, 715
Pommeroeul 1* et *2, 257
Pomposa, 28, 31, 156, 311, 367, 383, 384, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 403, 424, 433, 434, 530, 544, 563, 591, 600, 643, 644, 646, 647, 649, 660, 661, 663, 666, 667, 685
Ponto, 259
Pontonium, 259, 260, 692
Port la Nautique, 54, 377, 379, 380, 417, 423, 443, 523, 524, 594, 609, 615, 638, 641, 691

R

Radeau, 24, 25, 26, 66
Radeaux, 25, 26, 80, 83, 84, 87
Raivavae, 29, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 487, 490, 492, 494, 497, 617, 715
Réfections des assemblages par ligatures, 48, 453
Réparations, 42, 185, 186, 192, 193, 206, 214, 229, 236, 246, 280, 281, 282, 308, 335, 374, 400, 409, 410, 426, 443, 483, 514, 515, 529, 564, 575, 630, 632, 633, 635, 672
Rhône, 266, 276, 282, 291, 295, 311, 328, 330, 331, 339, 346, 347, 348, 641, 700, 709
Ruscus hypoglossum, 219, 432, 570, 571, 577, 578, 581
Ruscus hypophyllum, 219, 432, 570, 571, 577, 578

S

saint Jérôme, 40, 78, 79, 81
Saintes-Maries-de-la-Mer 2, 328, 331, 700
Saintes-Maries-de-la-Mer 24, 339
Salix babylonica, 579
Sardaigne, 25, 93, 95, 152, 524, 575
Saule pleureur, 579
Serchio, 326
Serilia, 72, 75, 76, 568, 665
Sewn, 69, 80, 81, 153, 161, 166, 175, 181, 189, 194, 202, 210, 215, 224, 233, 260, 321, 371, 375, 385, 438, 495, 496, 681, 683, 685, 689, 691, 692, 698, 707
Sicile, 203, 209, 211, 240, 275, 407, 409, 431, 443, 524, 570, 578, 630
Slovénie, 30, 251, 252, 403, 424, 434, 545
SM2, 54, 311, 317, 328, 330, 331, 339, 346, 347, 362, 379, 417, 423, 443, 515, 529, 564, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 641, 648, 700
SM24, 45, 54, 311, 317, 330, 331, 339, 340, 342, 345, 346, 347, 362, 379, 417, 423, 443, 444, 515, 523, 524, 529, 564, 570, 571, 579, 581, 590, 594, 609, 615, 638, 639, 640, 641, 648
Sohar, 473
Somalie, 452, 454, 459, 460, 464, 470, 471, 486, 494
Sources archéologiques, 31, 36, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 56, 62, 69, 71, 74, 76, 79, 93, 97, 393, 397, 400, 401, 427, 439, 450, 451, 452, 453, 492, 504, 530, 545, 567, 569, 578, 579, 580, 593, 621, 622, 626, 631, 650, 658, 672, 674, 676
Sources écrites, 30, 36, 39, 40, 41, 42, 45, 51, 56, 61, 64, 72, 78, 79, 80, 81, 90, 93, 134, 260, 355, 393, 451, 492, 567, 568, 571, 627, 650, 656, 665, 672, 676
Sources ethnographiques, 31, 46, 47, 48, 69, 85, 397, 450, 452, 453, 486, 491, 492, 493, 494, 495, 527, 567, 589, 598, 599, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 616, 673
Sources iconographiques, 24, 27, 36, 39, 41, 42, 45, 56, 75, 83, 89, 90, 93, 95, 102, 580, 627, 651, 656, 672
Sparte, 64, 72, 75, 76, 77, 79, 93, 241, 523, 524, 568, 569, 570, 571, 573, 574, 575, 576, 581, 665
Spartium junceum, 574
Spartum, 72, 73, 76, 241, 568, 570, 571, 574, 575, 581

Stella, 355, 364, 408, 530, 544, 563, 643, 644, 660, 665, 667
Stipa tenacissima, 241, 434, 441, 570, 571, 573, 574, 575
Stitches, 438
Strabon, 40, 74, 79, 81, 90
Stridon, 78
Sutiles naves, 80, 96, 181, 312, 321, 322, 323, 364, 367, 371, 376, 385, 386, 683, 685
Syros, 91, 92, 93, 95, 656
Système architectural, 92, 101, 102, 124, 133, 134, 151, 159, 165, 173, 187, 199, 209, 213, 222, 231, 237, 240, 247, 253, 255, 257, 260, 294, 311, 318, 326, 330, 337, 345, 361, 362, 366, 370, 374, 379, 384, 390, 462, 468, 471, 492, 544, 622, 626, 627, 629, 631, 633, 638, 640, 641, 644, 646

T

Thucydide, 656
Turquie, 43, 95, 176, 177, 179, 223, 403, 431, 578, 634, 637, 655
Type architectural, 45, 101, 114, 124, 133, 143, 144, 150, 159, 165, 172, 179, 186, 192, 199, 208, 213, 221, 231, 237, 247, 255, 265, 274, 281, 288, 294, 299, 309, 318, 319, 336, 345, 347, 351, 354, 360, 361, 380, 383, 390, 624, 628, 629, 634, 644, 645, 646, 647, 678

U

Ulysse, 24, 65, 66, 68, 72, 79, 81, 568, 656, 713

V

Varron, 40, 64, 72, 73, 76, 79, 568, 569, 572, 576, 580, 581, 666
Verrius Flaccus, 75, 78, 260, 355
Vietnam, 29, 452, 475, 484, 485, 486, 494
Villeneuve-Bargemon 1, 191
Virgile, 40, 73, 74, 79, 81, 666

W

Wallis, 29, 477, 478, 480, 481, 483, 484, 485, 487, 489, 490, 492, 494, 617

Y

Yémen, 452, 454, 461, 464, 470, 471, 486, 493, 494, 601, 606, 612

Z

Zwammerdam, 257, 261, 309, 716

GLOSSAIRE

DES PRINCIPAUX TERMES TECHNIQUES
RELATIFS À L'ARCHITECTURE NAVALE ET À L'ÉQUIPEMENT DES NAVIRES

Les définitions présentées ici sont tirées de :

1 : **ARNOLD B.**

1992, *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*. *Tome 1* et *Tome 2* (Archéologie neuchâteloise 12 et 13), Éditions du Ruau, Saint-Blaise.

2 : **BONNEFOUX P.-M.-J. et PÂRIS F.-E.**

1999, *Dictionnaire de Marine à Voiles*, Éditions du Layeur, Paris (1ère éd. : 1856).

3 : **GIANFROTTA P. A. et POMEY P.**

1981, *Archeologia Subaquea, storia, tecniche, scoperte e relitti*, Éditions Mondadori, Milan (= *L'Archéologie sous la mer*, Éditions F. Nathan, Paris).

4 : **GRUSS**

1978, D*ictionnaire de marine*, 5è édition, Paris.

5 : ***Le Petit Larousse***

2003, Larousse Paris.

6 : **NIETO PIETRO F. J.**

1984, *Introducciòn a la arqueologia subacuàtica*, Barcelone, p.135-146.

7 : **POMEY P. (DIR.), GIANFROTTA P. A., NIETO X. et TCHERNIA A.**

1997, *La Navigation dans l'Antiquité*, Éditions Édisud, Aix-en-Provence, p.194-195.

Les traductions entre parenthèses (en anglais ; en *italien* ; et en *espagnol*) de chaque terme défini ici ont été tirées de[1222] :

SEGDITAS P. E.

1966, *Elsevier's Nautical Dictionary, Vol.2 : Ships and their equipment*, Éditions Elsevier, Amsterdam.

ACCASTILLAGE (upper works ; *opera morta* ; *obra muerta*) **:** ensemble des accessoires d'un pont que l'on trouve sur un navire. 5

ADENT (coak/hook/tabling ; *gancio* ; *gancho*) **:** les adents sont des espèces d'entailles qui

[1222] Les traductions en anglais, en italien ou en espagnol n'ont pas toujours été trouvées. Dans ce cas, un tiret (-) signifie cette lacune.

s'emboîtent les unes dans les autres. Les adents servent à lier et assembler deux pièces de charpente afin d'empêcher leur disjonction ou leur séparation. 2

AILERON DE DÉRIVE (leeboard ; *chiglia di deriva* ; *orza lateral*) **:** pièce située dans le prolongement de la quille, sous l'étambot, pour augmenter la surface anti-dérive du navire. 7

ALLÈGE/CHALAND (lighter ; *alleggio* ; *gabarra*) **:** bateau à fond plat utilisé pour le transport de matériel. 1

ALLONGE (futtock ; *staminale* ; *ligazón*) **:** pièce de construction venant prolonger une autre pièce, en lui étant assemblée par une extrémité. Cependant, dans la construction navale antique, les allonges de membrure ne sont généralement pas assemblées aux membrures des fonds. 7

ANGUILLER (limber hole ; *ombrinale* ; *imbornal*) **:** canal ou trou de faible dimension taillé dans une membrure pour permettre à l'eau présente dans le fond de s'accumuler au point le plus bas. 1

BANCS DE NAGE (thwarts of a boat ; *banchi di voga d'imbarcazione* ; *bancadas de un bote*) **:** bancs d'une embarcation où prennent place les hommes maniant les rames. 1

BARROT (beam ; *baglio* ; *bao*) **:** poutre transversale supportant les ponts. 7

BAU (beam ; *baglio* ; *bao*) **:** Poutre principale placée en travers du bâtiment pour en lier les deux murailles, en maintenir l'écartement et supporter les bordages de pont. 7

BORDAGE (plank ; *tavola di fasciame* ; *tablón*) **:** planche constitutive du bordé. 7

BORDÉ (plankink ; *fasciame* ; *forro*) **:** ensemble des planches formant l'enveloppe extérieure du navire. 7

« BORDÉ PREMIER » ou « SUR BORDÉ » (shell first ; *a guscio portante ; casco previo*) **:** dans la construction navale antique dite « sur bordé » ou « bordé premier », le bordé est assemblé avant la mise en place de la membrure. 7

BOUCHAIN (bilge ; *ginochio* ; *pantoque*) **:** partie de la coque faisant transition entre les fonds et la muraille. 7

Dans la batellerie, le bouchain correspond à la partie arrondie de la coque, comprise entre le fond et les flancs. Par extension, le bordage de bouchain est un bordage taillé transversalement en forme de L ou de C, assurant le passage du fond aux flancs. On parlera de « bouchain composé » lorsque ce dernier est constitué de deux planches clouées ou chevillées ensemble. 1

BRION (fore foot/gripe ; *brione*/*pie di ruota* ; *pie de roda*) **:** pièce de bois courbe formant jonction entre la quille et l'étrave. 7

CABILLOT (toggle ; *borrello* ; *cazonete*) **:** cheville en bois traversant les râteliers et auxquelles on amarre les manœuvres courantes. Se dit aussi d'une cheville en bois tronconique servant à réunir deux cordages. 7

CALFATAGE (caulking ; *calfataggio* ; *retacado*) **:** opération qui consiste à remplir de force les joints ou couture des bordages avec diverses matières (par exemple, de la mousse), pour fermer tout accès à l'eau. 1

CAMBUSE (provisions room ; *deposito viveri/cambusa* ; *pañol de víveres/gambuza*) **:** magasin d'un navire contenant les vivres. 5

CAN (edge ; *orlo* ; *orilla*) **:** surface la plus étroite d'une pièce de bois dans sa longueur. 7

CARÈNE (bottom ; *carena* ; *carena*) **:** partie immergée de la coque d'un navire en charge. 7

CARGUE (brail ; *imbroglio di vela/aurica* ; *cargadera/candaliza*) **:** manœuvre servant à retrousser une voile sur elle-même pour la réduire ou la serrer. 7

CARLINGOT (- ; *paramezzalini* ; -) : pièce parallèle à la carlingue. 7

CARLINGUE (girder/keelson ; *paramezzale* ; *carlinga/sobrequilla*) **:** pièce parallèle à la quille et la renforçant à l'intérieur. La carlingue repose sur la membrure. 7

CARREAU (sheer strake ; *cinta superiore* ; *sobrecinta/cinta alta/traca de arrufo*) **:** sorte de préceinte appelée aussi lisse de rabattue et qui se trouve à hauteur du pont […]. […]. Ce mot est plus usité pour une embarcation, dont il exprime le bordage le plus élevé, celui qui en forme la ceinture extérieure en cette partie, et qui a le plus d'épaisseur que celui qui est au-dessous […]. 2

CHALAND/ALLÈGE (lighter ; *alleggio* ; *gabarra*) **:** bateau à fond plat utilisé pour le transport de matériel. 1

CHANFREIN (chamfer/bevel edge ; -) **:** surface oblique plate obtenue lorsque l'on abat l'arête d'une pièce de bois. 1

CHEVILLE (peg ; *spinotto* ; *clavija*) **:** tige de bois servant à assembler les diverses pièces de construction d'un navire. 7

CONTRE ÉTAMBOT (false post/inner stern post ; *falso dritto di poppa* ; *refuerzo del codate*) **:** pièce renforçant intérieurement l'étambot. 7

COQUE (hull ; *scafo* ; *casco*) **:** ensemble de la charpente d'un navire et de son enveloppe extérieure. 7

COUPLE (frame ; *ordinata* ; *cuaderna*) **:** pièce courbe de la charpente transversale de la coque et montant de la quille au plat-bord. 7

« SUR COUPLE » (skeleton first ; *scheletro portante* ; -) **:** dans la construction navale dite « sur couple » ou « sur squelette », les couples sont posés sur la quille en premier lieu afin de recevoir le bordé. 7

COURSIVE (alleyway/passage ; *corsia/corridoio* ; *pasilio*) **:** terme général pour designer les passages étroits, couroirs, corridors, tells que ceux qui peuvent se trouver le long du bord, ou entre divers soutes, ou autres distributions de la cale et de l'entrepont. 2

COURBE (knee ; *bracciuoio* ; *curva*) **:** pièce de construction à deux branches qui forme un angle plus ou moins ouvert. [...] Pour la batellerie, ce terme désigne la pièce reliant d'une part les bordages des fonds entre eux, et d'autre part ceux de l'un des flancs. 1

DAMES DE NAGE (rowlocks ; *scalmiera* ; *chumacera de remo*) **:** arrêts en bois formés de deux tolets plats, que l'on voit sur le plat-bord d'un canot : ces tolets reçoivent et retiennent, entre eux, les avirons du canot, lorsque ceux-ci sont armés ou disposés pour lui donner l'impulsion. 2

DEMI-COUPLE (half-frame ; *semiordinata* ; -) **:** dans la construction navale antique, chacune des deux pièces courbes affrontées de part et d'autre de la quille pour constituer un couple. 7

ÉCART (scarf ; *palella/giunto* ; -) **:** assemblage à mi-bois, de forme plus ou moins complexe, entre deux pièces de charpente. 7 Il existe des écarts en biseau, en « trait de Jupiter », à adents, à croc chevillés...

ÉCOUTILLE (hatchway ; *boccaporta* ; *escotilla*): ouverture, à peu près carrée, pratiquée, ordinairement, sur la ligne de longueur du milieu des ponts pour communiquer avec ceux-ci, et pour servir au passage des divers objets qu'on veut embarquer ou débarquer. 2

ÉLANCEMENT (rake ; *cascata* ; *lanzamiento*) **:** longueur qui excède sur l'avant celle de la quille. Angle que forme l'étrave avec le prolongement de la quille. 7

EMPLANTURE (mast step ; *scassa di albero* ; *carlinga de palo/macho*): massif en bois présentant une cavité dans laquelle vient se loger le pied du mât. Dans la construction navale antique, la carlingue jouait souvent le rôle d'emplanture. 7

ENTREMISE (carling ; -) **:** pièce de construction qui forme arc-boutant, et qui est enchâssée, à queue d'aronde, entre les baux et les barrots pour les maintenir en position parallèle. Ils s'en trouvent nécessairement, sous les hiloires de pont auxquelles elles ajoutent de la force. On place aussi des entremises sur la bauquière vers le bout des baux : l'entremise est donc une sorte de clef. 2

ÉPERON (ram ; *rostro* ; *espolón*) **:** partie saillante et renforcée de la proue de certains navires. 5

ÉPONTILLE (stanchion ; *puntello* ; *puntal*) **:** pièce de construction verticale soutenant les barrots. 7

ÉTAMBOT (sternpost ; *dritto/ruota di poppa* ; *codaste de bote*) **:** pièce de construction de même largeur que la quille qui s'élève suivant le plan diamétral du navire, sur l'extrémité arrière de celui-ci en faisant avec elle un angle, le plus souvent obtus, qu'on appelle quête. 4

ÉTAMBRAI (mast partner ; *mastra d'albero* ; *marco de fogonadura/boca de tinaja*) **:** [...] ensemble des pièces de bois, qui, réunies, laissent un trou circulaire pour le passage des mâts. 2

ÉTRAVE (stempost ; *dritto/ruota di prua* ; *roda*) **:** [...] pièce courbe et saillante de construction de même largeur que la quille ; elle s'élève suivant le plan diamétral du navire, sur l'extrémité du brion, lequel forme la liaison de l'étrave avec la quille. 2

FARGUES (washboards ; *falchette* ; *falcas*) **:** protections en toile ou en bois placées au-dessus du plat-bord pour empêcher l'eau d'entrer dans le navire. 7

FAUSSE QUILLE (false keel ; *falsa chiglia* ; *zapata*) **:** pièce de renfort placée sous la quille pour la protéger, notamment en cas d'échouage. 7

FOURCAT (cant floor ; *forcaccio* ; *horquilla*) **:** nom donné à celle des varangues d'un navire qui est le plus en arrière, ainsi qu'à celle qui est le plus en avant. Elles sont, en effet, si pincées, qu'elles ressemblent à une fourche. 2

FRANC-BORD (carvel planking ; *fasciame a paro* ; *forro a tope*) **:** un bordé est assemblé à franc-bord lorsque les bordages sont joints par leur can sans recouvrement. 7

GAILLARD (forecastle ; *cassero di prora/castello* ; *castillo*) **:** superstructure située à l'une ou l'autre des extrémités du pont supérieur et qui s'étend d'un côté à l'autre du navire. 7

GALBORD (garboard strake ; *torello* ; *tablón de aparadura*) **:** virure la plus basse du bordé située contre la quille. 7

GOURNABLE (treenail ; *caviglia di legno* ; *cabilla de madera*) **:** longue cheville de bois utilisée, notamment, pour fixer les membrures sur le bordé. 7

GOUVERNAIL (rudder ; *timone* ; *timón*) **:** appareil constitué d'une surface plane orientable solidaire d'un axe vertical, et servant à diriger un navire. 5

GRÉEMENT (rig ; *attrezzatura* ; *aparejo*) **:** ensemble de ce qui est nécessaire à la propulsion des navires à voile (mâts, vergues, voiles, agrès, manœuvres...). 7

HALER (track ; *alare* ; -) **:** remorquer un bateau à l'aide d'un câble le long d'une voie navigable ou d'un quai, à partir de la berge. 5

HAUBAN (shroud ; *sartia* ; *obenque*) **:** manœuvre dormante servant à maintenir les mâts latéralement. 7

JAS D'ANCRE (anchor stock ; *ceppo di ancora* ; *cepo de ancia*) **:** barre transversale d'une ancre, fixe ou mobile, située dans la partie supérieure de la verge et dans un plan perpendiculaire à celui des pattes. 7

LEVÉE (-) **:** en batellerie, partie relevée du fond plat ou sole. 1

LUTAGE (luting ; -) **:** technique d'étanchéité consistant à poser le matériau d'étanchéité entre deux bordages avant leur assemblage. 6

MAILLE (frame spacing ; *scartamento delle ordinate* ; *clara de cuadernas*) **:** intervalle entre deux couples voisins ou entre deux varangues. 4

MAÎTRE-BAU (main beam ; *baglio maestro* ; *bao maestro*) **:** le maître-bau désigne le bau placé dans la plus grande largeur du navire. 7

MAÎTRE-COUPLE (main frame ; *costola maestra* ; *cuaderna maestra*) **:** on appelle maître-couple le couple situé dans la plus grande largeur du navire. 7

MASSIF (deadwood ; *massiccio* ; *dormido/macizo*) **:** on appelle « massif » ou « massif mort » la forte pièce de bois de renfort placée dans l'angle formé par la quille avec l'étambot ou l'étrave. L'emplanture du mât est aussi appelée « massif d'emplanture ». 7

MÂT (mast ; *albero* ; *palo*) **:** longue pièce de bois, de section généralement circulaire, dressée verticalement ou obliquement sur le pont d'un voilier, maintenue par des haubans et destinée à porter la voilure. 5

MEMBRURE (frame/rib ; *ordinata*/*costola* ; *cuaderna*) **:** ensemble des pièces courbes de la charpente transversale recouverte par le bordé. Élément de la charpente transversale d'un navire. 7

MONOXYLE (-) : taillé dans un tronc. Par extension, se dit aussi d'une embarcation façonnée dans un seul tronc. 1

MORTAISE (mortise ; *mortasa* ; *mortaja*) **:** entaille pratiquée dans l'épaisseur d'une pièce de bois et destinée à recevoir un tenon. 7

MURAILLE (side/wall ; *fianco/lato/murata/bordo* ; *fianco/costado/muralla/bordo/lado*) **:** partie supérieure de la coque depuis la flottaison jusqu'au plat-bord. 7

ŒUVRES MORTES (dead work ; *opera morta* ; *obra muerta*) **:** les œuvres mortes d'un navire en sont l'accastillage ou la partie immergée. 2

ŒUVRES VIVES (underwater parts/quick works ; *opera viva* ; *obra viva*) **:** les œuvres vives d'un navire en sont la carène ou la partie immergée. 2

PAGAIE (paddle ; *pagaia* ; *pala*) **:** rame courte, à pelle large, qui se manie sans être fixée à l'embarcation. 5

PATTE (anchor arm ; *marra di ancora* ; *brazo de ancia*) **:** bras, plus ou moins ouvert, situé à la partie inférieure de l'ancre, à l'opposé du jas, et servant à la fixer au fond. L'ancre antique est généralement munie de deux pattes. 7

PAVOIS (bulwarks ; *impavesata* ; *amurada*) **:** partie de la muraille d'un navire s'élevant au-dessus d'un pont découvert et servant de protection, de garde-corps. 5

PAYOL (limber ledge ; *pagliolo* ; *payol*) **:** planches qui recouvrent la sentine. 6

PERCHE (pole ; *pertica* ; *percha*) **:** longue et mince pièce de bois de section ronde [employée pour le déplacement d'embarcations en eaux peu profondes]. 5

PIROGUE (dugout ; *piroga* ; *piragua*) **:** embarcation légère, longue et étroite, souvent taillée dans un seul tronc. Elle va à la pagaie ou à la voile. 1

PLANCHER DE CALE : voir vaigrage.

PLAT-BORD (plank-sheer/covering board ; *capo di banda/soglia* ; *regala*) **:** ensemble des pièces horizontales qui recouvrent les têtes des allonges de sommet de membrure. 7

POMPE DE CALE (pump well ; *pozzo delle pompe* ; *caja de bomba*) **:** appareil destiné à évacuer par élévation l'eau accumulée dans les fonds du navire. Située dans la sentine, la pompe antique est le plus souvent du type « à chapelet ». 7

PONT (deck ; *ponte* ; *cubierta*) **:** ensemble des bordages fixés sur les barrots et les recouvrant. 7

POULIE (block , *bozello* ; *moton*) **:** corps en bois dans lequel sont pratiquées une ou plusieurs mortaises pour recevoir autant de réas tournant autour d'un axe. 7

POUPE (stern ; *poppa* ; *popa*) **:** partie arrière d'un navire. 7

PRÉCEINTE (wale ; *cinta* ; *cinta*) **:** virure de bordé plus épaisse destinée à protéger [et à renforcer] la muraille du navire. 7

PROUE (bow, *prua* ; *proa*) **:** partie avant d'un navire. 7

QUÊTE (rake of the stern post ; *cascata del dritto di poppa* ; *lanzamiento del codaste*) **:** la quête est l'angle, le plus souvent obtus, que l'étambot forme avec la quille. 2

QUILLE (keel, *chiglia* ; *quilia*) **:** pièce maîtresse de la charpente axiale de la coque d'un navire. 7

RÂBLE (-) **:** en batelerie, pièce de bois placée transversalement sur le fond et reliant exclusivement les bordages du fond entre eux. Elle est aussi appelée varangue plate. 1

RÂBLURE (rabbet, *battura* ; *alefriz*) **:** rainure à arêtes vives pratiquées des deux côtés, et, généralement, sur toute la longueur de la quille, de l'étrave et de l'étambot pour recevoir les cans des bordages qui leur sont reliés. 7

RAME (rows ; *remo* ; *remo*) **:** longue pièce de bois, élargie à son extrémité, dont on se sert pour faire avancer une embarcation. 5

RÉA (sheave ; *puleggia/girella* ; *roldana/polea*) **:** rouet garnissant les poulies. 7

RETOUR DE GALBORD (-) **:** une coque est dite « à retour de galbord » lorsque sa section transversale présente une contre-courbe au niveau de la jonction de la quille et du galbord. 7

RIBORD (broad strake ; *controtorello* ; *tracas de aparadura*) **:** seconde virure du bordé, comptée à partir de la quille et située après le galbord. 7

ROUF (roof/deckhouse ; *tuga* ; *caseta*) **:** logement établi sur le pont et vers l'arrière. 2

SENTINE (bilge ; *sentina* ; *sentina*) **:** lieu de la cale où s'amassent les eaux et d'où elles peuvent être retirées par les pompes. 4

SERRE (stringer ; *corrente* ; *vagra*) **:** longue pièce de renfort longitudinale située au-dessus des couples et les reliant entre eux. 7

SERRE DE BARROT (clamp ; *dormiente* ; *durmiente*) **:** planche qui, de la proue à la poupe, servait pour appuyer les extrémités des baux et renforcer la coque longitudinalement. 4

SERRE D'EMPATURE (thick strakes of ceiling ; *serrettoni* ; *palmejares*) **:** serres qui croisent les varangues à leur points de jonction avec leurs genoux. 2

SOLE (-) **:** fond plat, sans quille ou bordage médian, présent essentiellement dans des embarcations fluviales. 1

SONDE (lead ; *scandaglio* ; *escandallo*) **:** appareil servant à déterminer la profondeur et la nature des fonds. La sonde antique se compose d'un plomb, évidé à sa base et garni de résine ou de suif, et d'une ligne à laquelle il est suspendu. 7

SUPERSTRUCTURE (superstructure ; *sovrastruttura* ; *superstructura*) **:** construction placée sur le pont supérieur d'un navire, faisant corps avec la coque et s'étendant sur toute la largeur du bâtiment. 5

TAILLEMER (lace piece ; *tagliamare*, *tajamar caperol*) **:** pièce située sur l'avant de l'étrave et qui fend l'eau quand le navire avance. 7

TAQUET (cleat ; *castagnola* ; *castañuela*) **:** morceau de bois dur portant deux cornes et fixé en divers endroits du navire pour y tourner des cordages. 7

TENON (tenon ; *tenone* ; *mecha*) **:** pièce de bois taillée de manière à s'introduire dans une mortaise. 7

TOLET (thole pin ; *scalmo* ; *tolete*) **:** tige en fer ou en bois plantée dans le plat-bord d'une embarcation. Le tolet sert à retenir une estrope fixée au manche de l'aviron et à appuyer celui-ci pendant la nage. 7

TOUER (to tow ; *rimorchiare* ; *remolcar*) **:** touer un navire, c'est le mettre en marche dans une direction voulue, à l'aide de touées [c'est-à-dire de cordages]. 2

« TRAIT DE JUPITER » (hook scarf ; *calettatura* ; -) **:** écart servant à réunir deux pièces de bois bout à bout et capable de résister à des efforts importants. la découpe complexe des surfaces suivant lesquelles s'assemblent les pièces, qui évoque la foudre de Jupiter, à donné son nom à cet assemblage. Une clef en bois dur vient le verrouiller. 7

VAIGRAGE (ceiling, *fasciame interno* ; *ferro interior*) **:** ensemble des vaigres constituant le

plancher de cale d'un navire. 7

VAIGRE (inboard plank/ceiling plank ; *pagliuolo* ; *vagra*) **:** bordage [le plus souvent mobile] recouvrant la face intérieure des membrures. 7

VARANGUE (floor timber, *madiere* ; *varenga*) **:** pièce de membrure placée à cheval sur la quille et sensiblement symétrique par rapport à l'axe du navire. La varangue constitue la partie centrale d'un couple, et sa forme affecte celle des fonds de la carène. 7

VERGE D'ANCRE (anchor shank/shaft/spear ; *fusto di ancora* ; *caña de ancia*) **:** longue pièce droite de l'ancre qui va du jas à la jonction des pattes. 7

VIRURE (strake, *corso/tavola del fascoame* ; *traca*): file de bordages s'étendant sur toute la longueur du bordé ou du pont. 7