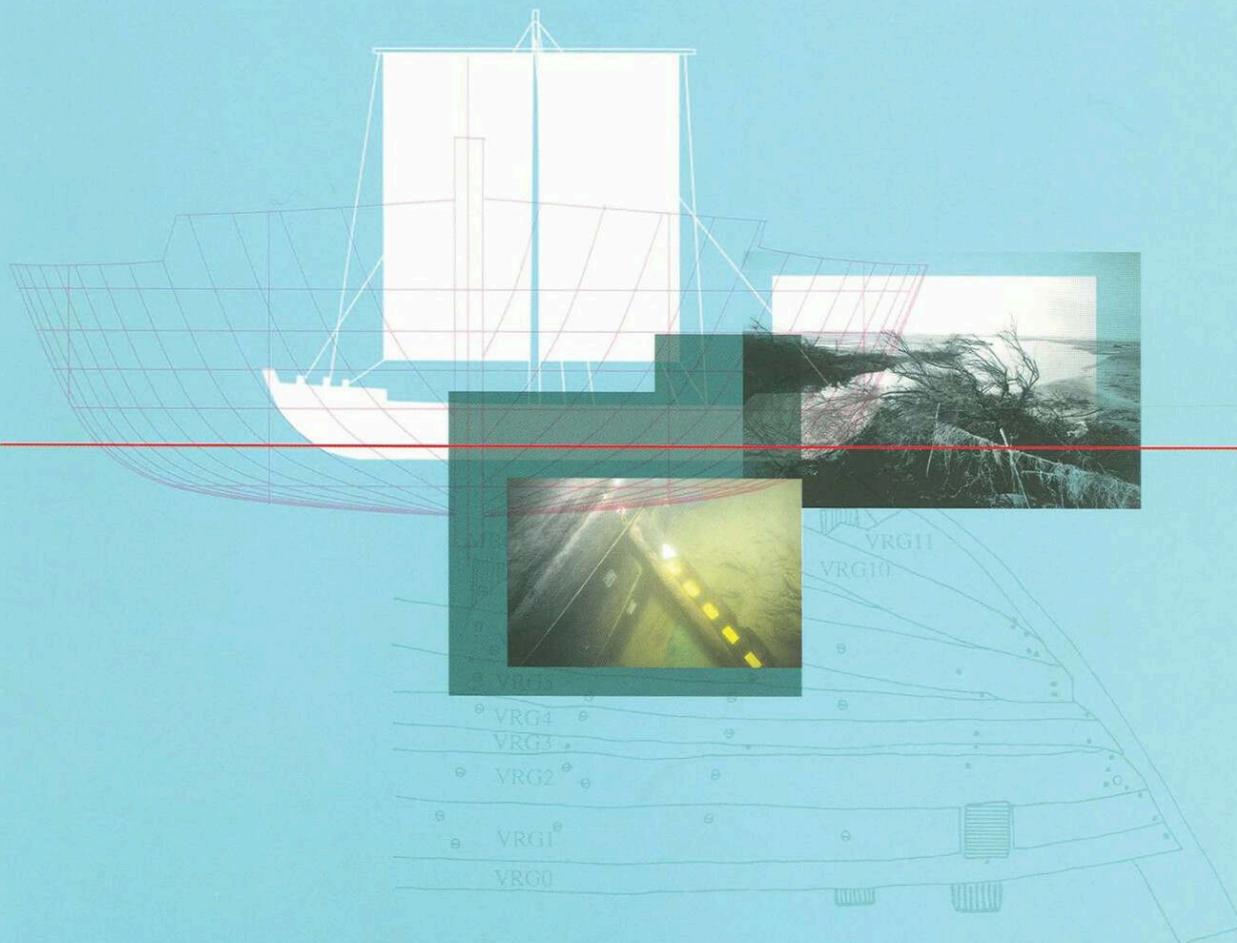


L'épave de Port Berteau II

(Charente-Maritime)

Éric Rieth, Catherine Carrierre-Desbois, Virginie Serna



Ministère de la Culture et de la Communication
Ministère de l'Éducation nationale
Ministère de la Recherche
Centre national de la recherche scientifique

ÉDITIONS DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME/PARIS

dAf
Documents d'Archéologie Française

Éditions de la Maison des sciences de l'homme

L'épave de Port Berteau II (Charente-Maritime)

Un caboteur fluvio-maritime du haut Moyen Âge et son contexte nautique

Éric Rieth, Catherine Carrière-Desbois, Virginie Serna et Gautier Jean-Philippe

Éditeur : Éditions de la Maison des sciences de l'homme

Lieu d'édition : Paris

Année d'édition : 2001

Date de mise en ligne : 19 avril 2023

Collection : Documents d'archéologie française



<https://books.openedition.org>

Édition imprimée

Nombre de pages : 154

Référence électronique

RIETH, Éric ; et al. *L'épave de Port Berteau II (Charente-Maritime) : Un caboteur fluvio-maritime du haut Moyen Âge et son contexte nautique*. Nouvelle édition [en ligne]. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2001 (généralisé le 19 avril 2023). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/editionsmsh/47240>>.

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2023. Il est issu d'une numérisation par reconnaissance optique de caractères.

© Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2001
Licence OpenEdition Books

RÉSUMÉS

Découverte en 1973 dans la Charente, en aval de Saintes et par 7 m de fond, l'épave de Port Bertheau II a été fouillée de 1992 à 1997 avec une double problématique reposant sur la mise en relation des vestiges de la coque avec son environnement.

Conduite selon les techniques classiques de l'archéologie subaquatique, l'étude de l'épave, de l'étrave à l'étambot, a permis de dresser le « portrait architectural » d'un caboteur du début du Vile s. Long de 1430 m et bâti à franc-bord embrure première », ce bateau a été construit pour la navigation fluvio-maritime et pouvait transporter une cargaison d'une dizaine de tonnes. L'analyse du milieu fluvial, relevant de ce que l'on pourrait qualifier d'archéologie nautique, a abouti quant à elle à une restitution du paysage naturel contemporain de l'épave. Le caboteur de Port Bertheau II est désormais une référence pour l'histoire de la construction à carvel dans le Ponant uniquement attestée jusqu'alors par des textes du XV^e s.

Discovered in 1973, the Port Bertheau wreck lies at a depth of 7 metres in the Charente river below Samtes. Excavations (1992-1997) were carried out with the dual objective of studying both the hull's remains and its natural environment.

Using the traditional techniques of ship archaeology to examine the wreck from the stem to the stern-post has enabled archaeologists to draw an 'architectural portrait' of an early 7th century coaster. The 14.30 metre carvel built "frame-first" boat was intended for river navigation and built to carry a cargo of up to ten tonnes. Using what could be called a naval archaeology approach, researchers have analysed the river environment to reconstruct the natural landscape of the period. The Port Bertheau II coaster thus provides a reference for carvel construction history in the Ponant, reviously attested only in 15th century texts.

ÉRIC RIETH

directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisitque occidentale de Paris, UMR 8589), responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

CATHERINE CARRIÈRE-DESBOIS

assistante d'études à l'Association pour les fouilles archéologiques nationales

VIRGINIE SERNA

conservateur au musée national de la Marine

GAUTIER JEAN-PHILIPPE

architecte DPLG

SOMMAIRE

Ont participé à la fouille

Auteurs et collaborateurs

Remerciements, abréviations, crédits, conventions

Introduction

Chapitre 1. Le cadre de la recherche

Éric Rieth

- 1.1 Les conditions de la découverte de l'épave et sa localisation
- 1.2 Le choix du site
- 1.3 Les choix de l'étude
- 1.4 La méthode d'enregistrement
- 1.5 La fouille

Chapitre 2. Le site fluvial

Catherine Carrière-Desbois, Éric Rieth et Virginie Serna

- 2.1 Formation d'un site
- 2.2 Matériel en place ou matériel roulé ?
- 2.3 Du caboteur à l'épave
- 2.4 L'épave, la Charente et le site portuaire : quelles relations ?

Chapitre 3. L'épave

Éric Rieth, Directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisitologie occidentale de Paris, UMR 8589) et responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

- 3.1 Position et conservation des vestiges de la coque
- 3.2 Datation
- 3.3 Description

Chapitre 4. Le bâtiment

Éric Rieth

- 4.1 Essai de définition des caractéristiques architecturales
- 4.2 Un caboteur ponantais

Conclusion

Annexe 1 Les clous

Catherine Carrière-Desbois et Virginie Serna

Annexe 2 Apport de la dendrochronologie à l'étude de l'épave de Port Bertheau II

Catherine Lavier

Annexe 3. Apport de la palynologie à l'étude de l'épave de Port Bertheau II

Marie-Françoise Diot

Annexe 4 Approche des caractéristiques hydrostatiques

Marc Ginisty

Lexique

Pour en savoir plus sur les épaves citées dans cet ouvrage

Bibliographie

Résumé

Abstract

Zusammenfassung

Ont participé à la fouille

- 1 Erkut Arcak (1996)
- Olivier Bauchet (1992, 1993, 1995)
- Olivier Berger (1995)
- Marc-André Bernier/Parcs Canada (1993)
- Korhan Bircan (1996)
- Fabienne Boisseau (1995, 1996, 1997)
- Stéphane Brousse (1993, 1996)
- Catherine Carrière-Desbois/Afan (1992, 1993, 1994, 1995, 1996)
- Étienne Champelovier/Drassm (MCC) (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997)
- Christophe Cloquier (1994, 1995, 1996)
- José Luis Cortès (1993)
- Denis Degez (1997)
- Lucile Diamant (1997)
- Moira Duo Ramila (1996)
- Hélène François (1995, 1996, 1997)
- Sophie François (1997)
- Jean-Pierre Gilledreau (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997)
- Patrick Grandjean/Drassm (MCC) (1992, 1993, 1994, 1995, 1997)
- Jean-Philippe Gautier (1994, 1995, 1996, 1997)
- Raymond Huissoud (1992, 1993)
- Virginie Lemerle (1995)
- Catherine Lonchambon (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997)
- Jean-François Mariotti/SRA Poitou-Charentes (MCC) (1996, 1997)
- Emmanuelle Miéjac (1992, 1993, 1994, 1995, 1996)
- Philippe Pelgas (1996)
- Marcel Pujol I Hamelink (1992)
- Gilson Rambelli/univ. de São Paulo (1992, 1994)
- Anne Renaud (1997)
- Éric Rieth/CNRS, musée nat. de la Marine (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997)
- Virginie Serna/musée nat. de la Marine (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997)
- Willis Stevens/Parcs Canada (1994)

Laurent Védrine (1992, 1993)

Stéphane Venault (1995,1996)

- 2 Conformément à la réglementation, tous les plongeurs possédaient soit le certificat d'aptitude à l'hyperbarie délivré par le ministère du Travail (décret du 28 mars 1990, arrêté du 28 janvier 1991), soit une dérogation (arrêté du 5 mars 1993, circulaire du 9 mars 1993).
- 3 En fonction des objectifs du programme, les responsabilités ont été définies de la manière suivante :
 - direction générale de la fouille et étude de l'épave : Éric Rieth ;
 - responsable de l'étude géo-archéologique : Virginie Serna ;
 - responsable de l'étude du mobilier archéologique (enregistrement, analyse et conservation) : Catherine Carrière-Desbois.
- 4 Les analyses dendrochronologiques ont été conduites par Catherine Lavier. Les analyses palynologiques et sédimentologiques ont été assurées par Marie-Françoise Diot.
- 5 En règle générale, l'équipe de fouille était composée de huit à dix personnes, toutes bénévoles, auxquelles venaient s'ajouter les agents du ministère de la Culture (Drassm et SRA Poitou-Charentes), du CNRS et du musée national de la Marine. Les membres de l'équipe étaient, pour la plupart, des étudiants en archéologie nautique médiévale de l'université de Paris I. Des membres de la société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime ont régulièrement participé aux campagnes de fouille. À plusieurs reprises, des archéologues étrangers –du service d'Archéologie subaquatique de Parcs Canada et de l'université de São Paulo, Brésil– ont collaboré au programme de fouille.

Auteurs et collaborateurs

- 1 **Éric Rieth**
directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisiologie occidentale de Paris, UMR 8589), responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine
- 2 **Catherine Carrière-Desbois**
assistante d'études à l'Association pour les fouilles archéologiques nationales
- 3 **Marie-Françoise Diot**
ingénieur de recherche au ministère de la Culture et de la Communication (centre national de Préhistoire) (CNRS [UMR 5808])
- 4 **Marc Ginisty**
architecte naval
- 5 **Catherine Lavier**
ingénieur d'études au CNRS (laboratoire de Chrono-Écologie, UMR 9946)
- 6 **Virginie Serna**
conservateur au musée national de la Marine

Remerciements, abréviations, crédits, conventions

- 1 Depuis l'origine du programme, le matériel de plongée et de fouille –compresseur, motopompes, suceuses à eau, groupe électrogène, blocs de plongée, équipement photographique...- a été vérifié, préparé et mis à la disposition du chantier, sous la responsabilité technique d'Étienne Champelovier, chef d'opération hyperbare (MCC [Drassm]), par le Centre national de recherches archéologiques subaquatiques (MCC) devenu depuis 1996 le Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines à la suite de sa fusion avec le Département des recherches archéologiques sous-marines. À cet égard, sans la collaboration sans faille en matériel comme en personnel du Drassm, il n'aurait pas été possible de mener à bien des campagnes de fouille dans les conditions rigoureuses de sécurité imposées par un travail de recherche subaquatique dans un milieu particulièrement difficile.
- 2 Le support de surface mis en place au-dessus du site a été mis à la disposition de la fouille par la direction départementale de l'Équipement de la Charente-Maritime – subdivision Hydrologie maritime de Rochefort. L'équipe de la DDE de Saint-Sorlin, dirigée par M. Lassere, a assuré chaque année la conduite et l'amarrage du bac.
- 3 Au sein du SRA Poitou-Charentes, M. Jean-François Baratin, conservateur régional de l'Archéologie, M^{me} Anne-Marie Fourteau-Bardaji et M. Jean-François Mariotti ont toujours répondu avec efficacité à nos nombreuses et fréquentes sollicitations. M^{me} Marianne Thauré, puis M. Christian Vernou, conservateurs du musée archéologique de Saintes, ainsi que M. Guy Vienne, adjoint à la conservation, ont toujours été attentifs à nos demandes ponctuelles d'aide matérielle. La société d'Archéologie et d'Histoire de la Charente-Maritime, et notamment M. Jean-Pierre Gailledreau, a participé chaque année à la préparation de la campagne de fouille.
- 4 Le service du personnel et des affaires sociales de la société Hennessy, les sociétés Saupiquet et Difpap Aprim ainsi que le concessionnaire Renault de La Rochelle ont toujours répondu favorablement à nos demandes d'aide matérielle.
- 5 Le financement de la fouille –fonctionnement, équipement, analyses- a été assuré par le ministère de la Culture et, durant quelques années, par une subvention complémentaire du conseil général de la Charente-Maritime.

6 Que toutes les personnes et les organismes qui ont contribué au bon déroulement de la fouille trouvent ici l'expression de nos amicaux remerciements.

7 **Abréviations**

Afan : association pour les Fouilles archéologiques nationales

CNP : Centre national de Préhistoire

CNRS : Centre national de la Recherche scientifique

DDE : direction départementale de l'Équipement

Drassm : Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines

MCC : ministère de la Culture et de la Communication

NGF : nivellement général de la France PK : point kilométrique

SRA : service régional de l'Archéologie

8 **Crédit des illustrations**

Les relevés ont été effectués par les membres de l'équipe de fouille. Les mises au net ont été réalisées par Daniel Arroyo-Bishop/univ. Paris VIII, Nicole Cahoreau, Catherine Carrierre-Desbois/Afan, Jean-Philippe Gautier, Marc Ginisty, André Marguet/MCC (Drassm), Danièle Morin, Philippe Nowacki/Afan, Éric Rieth/CNRS-musée national de la Marine, Virginie Serna/musée national de la Marine et C. Tixier. Les photographies ont été prises par Étienne Champelovier/MCC (Drassm).

Les dessins au trait ont été retravaillés en DAO par Michèle Henry/MCC et Nelly Le Masne de Chermont/MCC.

Les deux croquis du lexique ont été réalisés d'après Boudriot, Berti 1988.

9 **Conventions d'enregistrement**

CHE : cheville

CLF : calfatage

CLU : clou

EXA : pièce d'extrémité amont

EXB : pièce d'extrémité aval

MBD : membrure rive droite

MBG : membrure rive gauche

PL : planche

PLI : planche indéterminée

PLP : planche du pont

RD : rive droite

RG : rive gauche

SER : taquet

TRV : pièce transversale

VR : virure

VRI : virure indéterminée

VRD : virure rive droite

VRG : virure rive gauche

Introduction

- 1 La fouille de l'épave de Port Bertheau II, commencée en 1992, s'est achevée au cours du mois d'octobre 1997. Elle marque le terme d'un long programme de recherches subaquatiques, qui a débuté à la fin de l'été 1971 avec les premiers travaux d'évaluation archéologique du site portuaire médiéval et moderne de Port Bertheau, à une cinquantaine de mètres en amont de l'épave. De ce fait, l'étude ici présentée ne peut être dissociée des recherches antérieures menées dans les eaux de la Charente sur des embarcations, des aménagements du lit mineur ou encore des zones de mouillage : celles-ci ont influé de manière déterminante sur les méthodes et les problématiques de la fouille de l'épave de Port Bertheau II.
- 2 Comme le suggère le titre de cet ouvrage, la recherche a été orientée dans deux directions : la première concerne l'épave proprement dite et s'inscrit dans le cadre, désormais classique, des études d'archéologie navale ; la seconde porte sur le contexte nautique et le milieu sur lequel a navigué le bateau ; elle se rattache au champ, plus récent, de l'archéologie nautique. Au regard de ces deux axes, l'étude est articulée en quatre chapitres. C'est tout d'abord le cadre de la recherche qui, dans un premier chapitre, est examiné en soulignant notamment les problématiques de l'archéologie nautique et les choix méthodologiques qui y sont liés. Le deuxième chapitre a pour objet essentiel l'étude du site dans ses rapports avec le milieu fluvial, le contexte archéologique et l'épave : il semblait important, en effet, d'essayer de retrouver, derrière l'aspect actuel du fleuve –la morphologie de ses berges, sa hauteur d'eau...–, le paysage contemporain du caboteur, de cerner ses éventuelles relations avec le gisement de céramiques qui marque les limites du site portuaire localisé à proximité, tout comme de caractériser le processus de formation du site archéologique. Le troisième chapitre est entièrement consacré à l'analyse du bateau : de l'étrave à l'étambot, des membrures au bordé, des baux au calfatage, chaque élément préservé de la coque est décrit et étudié d'une manière systématique dans la perspective d'établir un « portrait architectural » aussi complet et précis que possible de l'épave. Le quatrième et dernier chapitre s'attache, en premier lieu, à la restitution des caractéristiques architecturales –forme et structure– et fonctionnelles du bâtiment. Sur la base de cette restitution est envisagé ce que peut apporter la connaissance de ce caboteur à l'histoire des techniques de la construction navale et à celle des échanges sur la Charente et le long du littoral atlantique.

3 À la fin de l'ouvrage ont été regroupées plusieurs études particulières qui, en dépit de leur emplacement, ne sont nullement des pièces justificatives. Chacune de ces analyses a étroitement participé à la compréhension de l'épave et de son contexte.

4 *N.B.*

Vous trouverez tout au long de l'ouvrage des astérisques qui signalent la première occurrence des mots explicités dans le lexique.

Chapitre 1. Le cadre de la recherche

Éric Rieth

1.1 Les conditions de la découverte de l'épave et sa localisation

- ¹ L'épave de Port Berteau II a été découverte en 1973, au cours d'une prospection, dans les derniers jours de l'ultime campagne de la fouille subaquatique du port médiéval et moderne de Port Berteau, lequel se situe sur la rive droite de la Charente, commune de Bussac, en Charente-Maritime (**fig. 1**) (Chapelot 1975). Les extrémités supérieures de membrures*, régulièrement disposées, apparaissant sur le fond de la Charente avaient conduit à reconnaître la présence d'une épave.

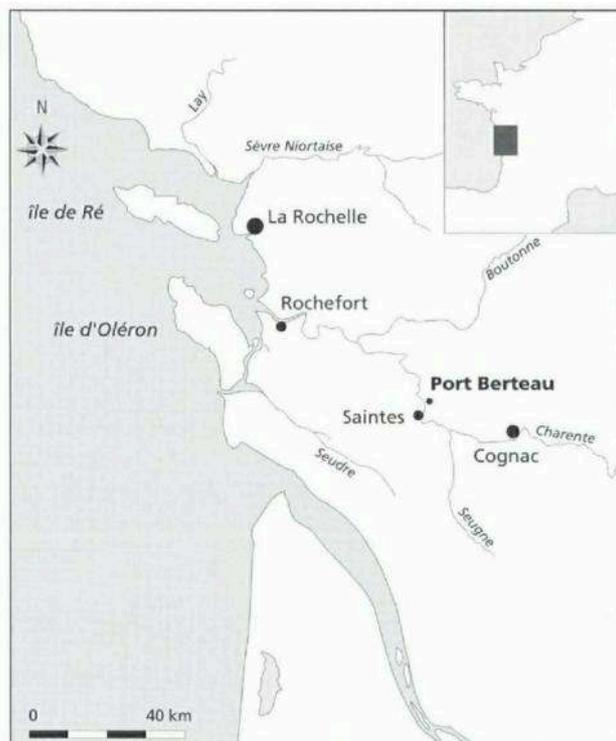


FIG. 1 – Localisation du site de Port Berteau.

- 2 Lieu privilégié d'embarquement des productions de céramiques régionales, le site portuaire de Port Berteau se caractérise par un aménagement sommaire de la berge et la présence, sur le fond du fleuve, d'un important gisement de céramiques datées du bas Moyen Âge et de l'époque moderne, de quelques vestiges d'appontements –pieux et planches– et d'une grande pirogue monoxyle de 12,80 m de long, Port Berteau I, datée, par mesures d'âge au ^{14}C , des années 665-1015 après J.-C.¹ (Rieth 1979 ; 1983). À cet égard, il importe de souligner que cette embarcation, échouée le long de l'ancienne limite inférieure de la rive droite, est antérieure au XIII^e-XIV^e s., période marquant les débuts du fonctionnement du site portuaire en tant que lieu spécialisé dans le chargement des céramiques.
- 3 L'épave de Port Berteau II a été découverte à 50 m en aval de l'escalier aménagé dans le rocher qui lui-même marque la limite aval des aménagements de la rive droite du port. Elle repose par 7 m de fond (profondeur moyenne), légèrement décentrée vers la rive droite du lit* mineur de la Charente dont la largeur, à ce niveau, est de près de 45 m. Elle est orientée nord-ouest (extrémité aval) sud-est (extrémité amont), selon un axe pratiquement identique à celui de la Charente et parallèle aux rives droite et gauche d'aujourd'hui (**fig. 2**).

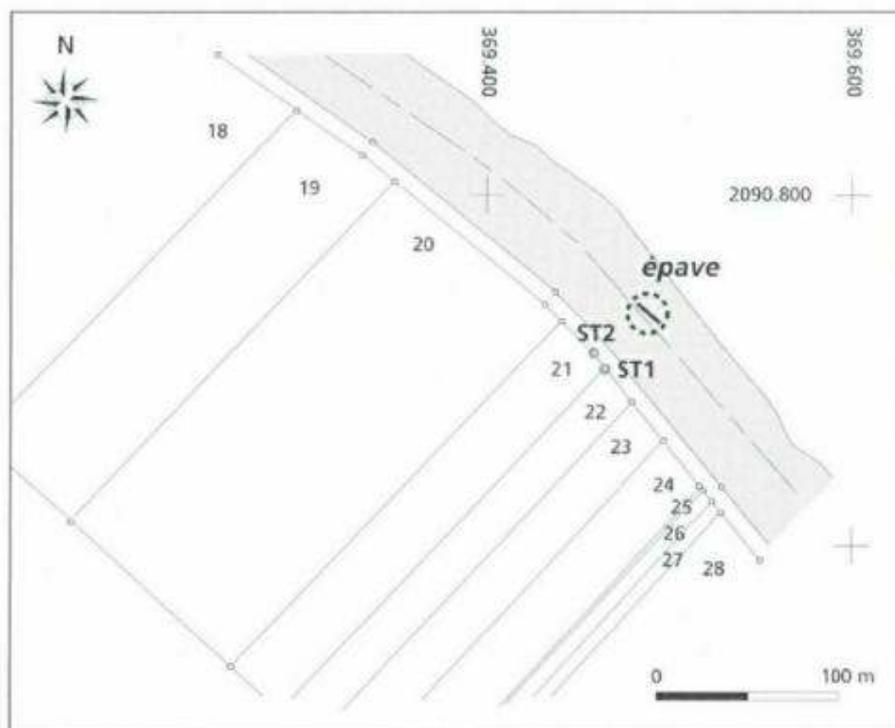


FIG. 2 – Localisation cadastrale de l'épave de Port Berteau II (Saintes, 1985, ZC).

- 4 L'épave se trouve entre les points kilométriques PK31 en amont et PK32 en aval (**fig. 3**), en face de la parcelle cadastrale 21 –laquelle se trouve sur la rive gauche de la Charente, commune de Saintes (Saintes, section ZC, 1985)–, à environ 4,5 km de la ville par voie fluviale. En Charente-Maritime, l'origine des points kilométriques (PK0) se situe en amont de Port du Lys ; le dernier point kilométrique (PK96) avant l'embouchure du fleuve est quant à lui au lieu-dit Port Menue, en aval de Soubise, à près de 64 km par voie fluviale du site de Port Berteau (**fig. 4**).

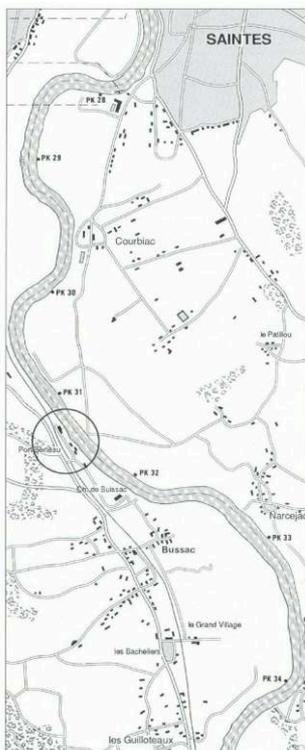


FIG. 3 – Localisation du site de Port Berteau sur une carte actuelle de navigation fluviale (extrait de Sandrin 1987 : 35).

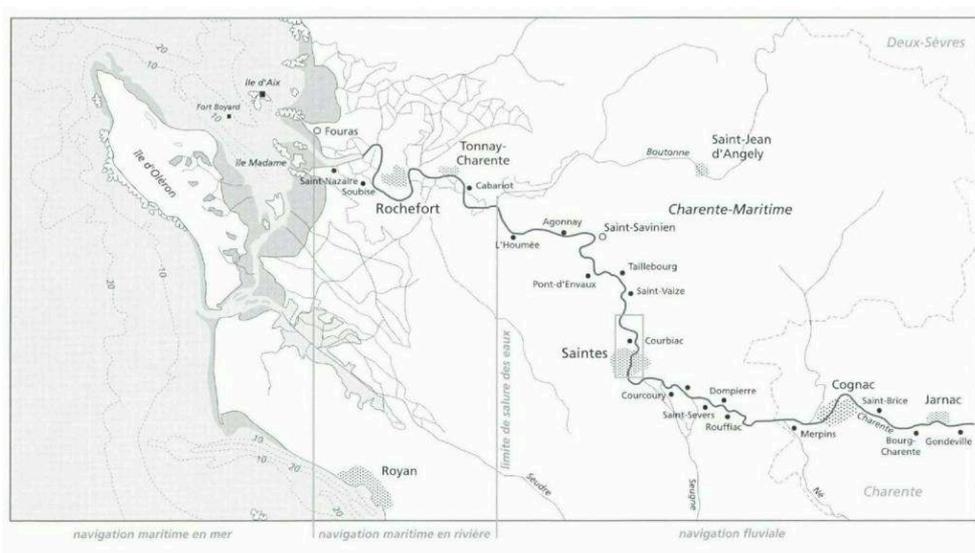


FIG. 4 – Extrait de la carte de navigation de la Charente entre son embouchure et Jarnac (d'après Sandrin 1987 : 6-7).

1.2 Le choix du site

- 5 La fouille de l'épave, dernière étape d'un programme de recherche de longue durée, s'inscrit dans un cadre scientifique déterminé : celui de l'archéologie nautique.
- 6 « En faisant le choix du qualificatif nautique, c'est, certes, la fonction de navigation, dans son sens le plus large, qui se trouve privilégiée. La mer, l'océan, le fleuve, la rivière

sont d'abord, mais pas seulement, envisagés comme des milieux de communications auxquels sont associés les moyens de transport par eau (du plus sommaire au plus évolué architecturalement), les structures portuaires, les aménagements du littoral, ceux des berges et du lit fluvial... en rapport direct avec la fonction de navigation. Mais, dans le domaine de la navigation intérieure tout particulièrement, se rattachent indirectement à cette fonction de navigation d'autres types d'aménagements, tels les pêcheries ou les moulins, qui agissent, positivement ou négativement selon les cas, sur la circulation des bateaux et qui, d'une manière plus générale, tendent à modifier le paysage nautique. Dans le cadre de cette archéologie, toute la réflexion s'organise autour des relations entre les différentes composantes des espaces nautiques... » (Rieth 1998 : 5). En d'autres termes, il ne s'agit plus de limiter l'objet de l'étude aux seules structures –épaves, vestiges de pêcherie, de chaussée, d'appontement...– considérées comme des ensembles clos, mais au contraire de s'engager vers une archéologie qui privilégie les relations entre les structures et les espaces de navigation².

- 7 C'est en référence à cette définition qu'un programme de recherche a été élaboré autour du thème de la batellerie médiévale de la Charente. La première étape en a été engagée entre 1984 et 1986, sous la direction générale de J. Chapelot, dans le cadre de l'action thématique programmée (ATP) du CNRS « Archéologie métropolitaine » ; une campagne de prospection-inventaire, dirigée par E. Rieth, a alors été conduite le long de la Charente entre Dompierre-sur-Charente, en amont, et Port-d'Envaux, en aval (Grandjean *et al.* 1989). La seconde étape du programme a conduit à la fouille des sites subaquatiques considérés comme les plus importants, notamment celui d'Orlac, dont l'étude a été réalisée en 1987 et 1988 (Chapelot, Rieth 1995 ; Rieth 1991 ; 1994) : y ont été étudiées huit pirogues monoxyles (Grandjean, Rieth 1990 ; 1992) dont sept sont datées d'une période comprise entre la fin du VI^e et la fin du XIII^e s. –la huitième n'est pas datée mais est probablement d'époque historique– et un chaland monoxyle-assemblé –l'épave d'Orlac– pour la construction duquel des chênes ont été abattus entre les années 1021 et 1042.
- 8 Toutes ces embarcations, différentes dans leurs dimensions, leur architecture (monoxyle et monoxyle-assemblée) et leur fonction, possèdent cependant un point commun : elles se rattachent toutes à des traditions architecturales et à un espace nautique exclusivement fluviaux. Or la Charente, comme tous les autres fleuves de la façade atlantique, comporte une section d'aval fluvio-maritime parcourue par le courant alternatif de la marée. De nos jours encore, et en dépit de la présence du barrage de Saint-Savinien –un ouvrage de régulation situé en aval de Port Bertheau–, le flot*, lors des marées de vive eau, inverse le courant du fleuve vers l'amont. Cette portion de la Charente, entre Saintes³ et l'estuaire, qui représente le point de transition entre les espaces nautiques du littoral et du fleuve, a été le lieu d'une navigation mixte qui, techniquement et économiquement, fut différente de celle d'amont, uniquement fluviale. Les bateaux et les embarcations associés à ce milieu nautique d'aval présentaient des caractéristiques architecturales qui les distinguaient des unités naviguant sur la seule section d'amont. Dès les premières observations, il était apparu que l'architecture de l'épave de Port Bertheau II semblait relever d'un système de construction faisant appel à de nombreuses pièces de charpente débitées et assemblées, système très différent de ceux, monoxyle et monoxyle-assemblé, étudiés jusqu'alors. Par ailleurs, le plan préliminaire des vestiges de la coque évoquait plus un bâtiment de mer qu'une embarcation fluviale. Enfin, les premiers résultats des mesures d'âge au ¹⁴C correspondaient parfaitement au cadre chronologique fixé à cette étude de la batellerie

de la Charente. Dès lors, toutes les conditions se trouvaient réunies pour engager la fouille subaquatique d'un nouveau site, dernière étape du programme engagé en 1984.

1.3 Les choix de l'étude

- 9 Problématiques et méthodes ayant été expérimentées sur le site d'Orlac, deux niveaux de réflexion ont été définis pour l'étude du site de Port Bertheau II, l'un portant sur l'épave, l'autre sur son contexte fluvial.
- 10 Selon les perspectives désormais classiques de l'archéologie navale⁴, il s'agissait de recueillir puis d'analyser les données archéologiques particulières à l'épave dans le but de restituer l'intégralité du système architectural du bateau en retrouvant ses formes, en reconnaissant son principe de construction, en identifiant ses procédés de construction, en reconstituant son dispositif de propulsion et de direction, en évaluant ses caractéristiques techniques et ses capacités nautiques. Mais il importait aussi de prendre en compte les données portant d'une part sur le milieu où le bateau avait navigué, s'était échoué ou avait fait naufrage et, d'autre part, sur le processus de formation et d'évolution de l'épave. En d'autres termes, la fouille devait essayer de cerner la morphologie du lit mineur, les limites et la forme des anciennes berges, la hauteur d'eau et les caractéristiques hydrologiques du fleuve dans le but d'esquisser l'image du paysage qu'offrait la Charente à l'époque où naviguait le bateau. Elle devait également tenter de recomposer l'histoire du passage de l'état de bateau à celui de l'épave identifiée aujourd'hui sous le nom d'*épave de Port Bertheau II*.
- 11 Si ces deux niveaux de recherche impliquaient, en toute logique, la mise en œuvre de méthodes en rapport avec des objectifs différents, des relations étroites et permanentes entre chaque niveau devaient être établies. L'enquête archéologique n'a donc pas été limitée aux seuls vestiges du bateau mais s'est élargie à une zone plus vaste, substituant ainsi à la notion de site d'épave *stricto sensu*, classique pour l'archéologie navale, celle de site fluvial, qui prend en compte son contexte environnemental.
- 12 En un certain sens, la fouille de l'épave a été envisagée d'une manière similaire à la fouille terrestre d'un habitat, le bordé* et la membrure étant assimilés à des parois, les aménagements internes de la coque à des pièces d'habitation, le fleuve au paysage qui entoure l'habitat. Toutefois, un trait majeur différencie un bateau d'une maison : cette dernière a été bâtie sur le site même de son abandon alors qu'un bateau, structure mobile par définition, peut avoir été construit dans un chantier naval très éloigné du lieu où il s'est fixé en tant qu'épave.
- 13 Dans ces conditions, le site fluvial de Port Bertheau II a été défini archéologiquement de la manière suivante :
 - une structure construite « isolée », c'est-à-dire le bateau ;
 - un matériel archéologique lié à sa perte -échouage, naufrage, abandon- auquel s'ajoute un matériel roulé par le courant et sans lien direct avec lui ;
 - des dépôts sédimentaires, à l'intérieur et à l'extérieur de l'épave, résultant de la dynamique du fleuve.

1.4 La méthode d'enregistrement

- 14 Les choix de l'étude obligeaient la fouille et l'enregistrement à tenir compte de paramètres qui ne sont pas nécessairement conciliables. En effet, fouiller les vestiges d'une coque qui repose à l'envers et dont certaines parties s'élèvent encore sur plus de 1 m de hauteur –ce qui est un aspect positif du point de vue de l'analyse architecturale– n'est pas toujours aisé lorsqu'il importe aussi de conserver les coupes stratigraphiques qui sont en relation avec cette coque jusqu'à la fin des décapages. En outre, l'avancement de la fouille et la nécessité de prélever des échantillons de bois pour conduire à terre les observations détaillées de certains éléments de la charpente ne facilitaient pas la conservation des données indispensables à l'étude géo-archéologique du site. À ces difficultés venaient s'ajouter celles propres à toute fouille subaquatique qui, en milieu fluvial, rencontre un obstacle supplémentaire dans la visibilité très réduite provoquée par la turbidité de l'eau.
- 15 Le choix a donc été fait de fouiller par carrés, en faisant appel à la reconnaissance d'unités stratigraphiques et à l'enregistrement du mobilier par couches. Le système Archeo-DATA, élaboré par Daniel Arroyo-Bischoff (université de Paris VIII) répondait parfaitement à notre approche. Au demeurant, son adoption ne correspondait pas seulement à un choix méthodologique mais également à un choix scientifique en relation avec le concept de la fouille d'un site fluvial. Conçu pour des sites terrestres, il a été modifié pour s'adapter aux trois ensembles de données que nous avons définis pour Port Berteau II. L'enregistrement, faisant appel à du matériel informatique simple –le logiciel File Maker Pro pour Macintosh et PC–, a pris en compte l'épave, le fond, les berges gauche et droite du fleuve ainsi qu'une partie des terrains situés en rive gauche où avaient été implantés les points topographiques. Base de l'enregistrement, le numéro donné à chaque unité stratigraphique dépend de sa position sur le site. Archeo-DATA prévoyant que tout site soit subdivisé en aires, il a été convenu que le site fluvial de Port Berteau II serait constitué d'une seule aire, d'une surface de 1 ha (**fig. 5**). Cette aire est divisée en 100 carrés ou ares de 10 m de côté référencés en abscisse par des unités (de 0 à 9) et en ordonnée par des dizaines (de 0 à 90). L'origine de la numérotation se trouve en rive droite. Grâce à ce découpage, la localisation et le relevé *in situ* des objets en place sont facilités par l'identification du carré à l'intérieur duquel sont situés les objets. Ce système est un moyen efficace de remédier à la très faible visibilité et à l'imprécision qu'elle engendre.

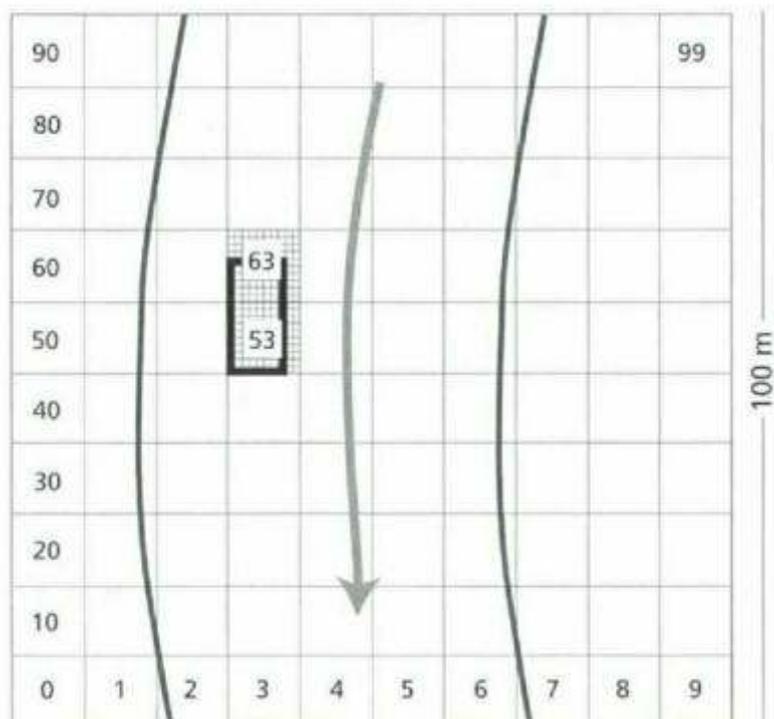


FIG. 5 – Position des gabarits dans la zone d'emprise de l'aire de Port Berteau II. L'épave et son environnement immédiat se trouvent dans les aires 53 et 63.

- 16 L'épave et son environnement immédiat sont localisés dans les aires 53 et 63, formant la zone 1, elle-même délimitée par des gabarits en métal représentant un rectangle de 15 x 6 m (**fig. 6**). Cette zone est elle-même divisée en carrés de 1 m de côté matérialisés par des élastiques déplaçables à la demande.

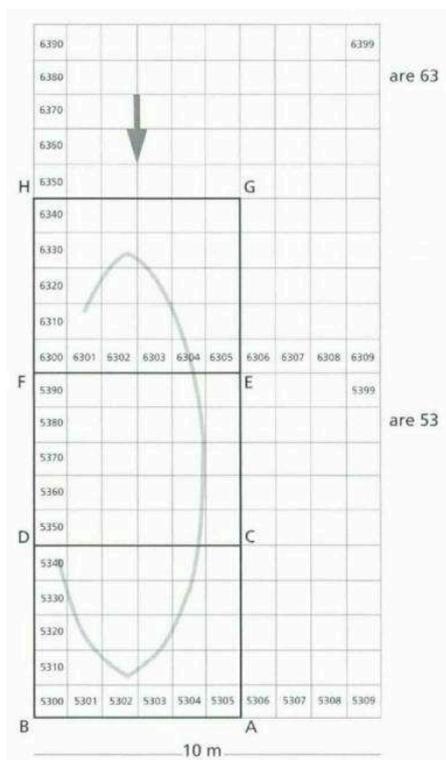


FIG. 6 – Identification des carrés par un numéro à quatre chiffres à l'intérieur des ares 53 et 63.

7.5 La fouille

- 17 En 1973, à la suite de la découverte de l'épave, un relevé sommaire des vestiges apparents de la coque –les têtes des membrures, quelques éléments supérieurs du bordé et les pièces d'extrémité amont et aval– avait permis d'évaluer ses grandes dimensions et sa forme générale. En 1984, lors du programme entrepris dans le cadre de l'ATP du CNRS « Archéologie métropolitaine », une plongée avait été effectuée sur le site dans le but de prélever un échantillon de la coque pour une mesure d'âge au ^{14}C . En 1986, dans le cadre de ce même programme, un second prélèvement a été réalisé et un sondage –triangle équilatéral de 1 m de côté– fut opéré à l'extérieur de la coque, au niveau de son extrémité aval. Ce sondage permit de confirmer l'hypothèse émise en 1973 selon laquelle l'épave reposait à l'envers sur le fond de la Charente. En dépit de sa surface limitée, il montra également que la pièce d'extrémité aval était bien préservée et se prolongeait dans le sédiment. Deux virures* du bordé apparurent aussi en bon état de conservation. C'est sur la base de ces données que la première campagne de fouille fut entreprise en 1992.

1.5.1 Les campagnes de fouille

1992, une campagne préliminaire

- 18 La fouille 1992 s'est déroulée du 14 septembre au 2 octobre. Destinée à tester les différentes méthodes à mettre en œuvre, à vérifier un certain nombre de données et à amorcer l'étude de l'épave, ses principaux objectifs étaient d'effectuer un relevé d'ensemble du contour de la coque, d'évaluer l'importance et l'état de conservation des

vestiges préservés dans le sédiment, d'engager l'analyse des contextes topographiques –relevés de coupes du lit de la Charente au sondeur–, géo-archéologiques –sondages– et archéologiques –ramassage systématique du mobilier de surface–, et de commencer le prélèvement des échantillons en vue des analyses dendrochronologiques.

L'opération programmée pluriannuelle 1993-1995

- 19 C'est dans le cadre d'une opération programmée pluriannuelle (1993-1995) que la fouille s'est poursuivie. Pour des raisons liées d'une part à la nécessité absolue de maintenir la cohérence des éléments assemblés de la coque, affaiblie par l'avancement de la fouille et le prélèvement de certaines pièces de charpente à des fins d'étude, et d'autre part au besoin de conserver des coupes stratigraphiques tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des vestiges, la fouille, une fois les décapages de la couche de surface achevée, a été opérée d'une façon progressive par ensemble de carrés.

1993

- 20 La campagne de fouille a duré du 13 septembre au 8 octobre. À l'intérieur de l'épave, un décapage de la couche de surface a été entrepris dans la partie aval. À l'extérieur, la fouille a été menée dans la partie aval, dans la perspective d'étudier la face externe des bordés rives droite et gauche, et celle de la pièce d'extrémité aval (**fig. 7a**).

1994

- 21 La campagne de fouille s'est déroulée du 12 septembre au 7 octobre. À l'intérieur de l'épave, un décapage de l'ensemble de la couche de surface a été réalisé. Dans la partie aval, la fouille a été poursuivie après le démontage des vestiges du pont (**fig. 7b**).

1995

- 22 La campagne de fouille a commencé le 11 septembre pour s'achever le 6 octobre. Le travail a porté exclusivement sur l'extérieur de l'épave dans le but d'étudier la face externe du bordé rive gauche et celle de la pièce d'extrémité amont (**fig. 7c**). L'ouverture des carrés 6352 et 6353 a nécessité d'étendre la fouille à l'extérieur des gabarits.

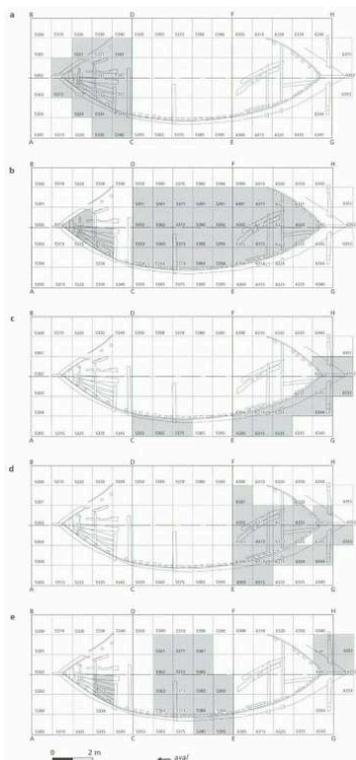


FIG. 7 – La progression de la fouille : **A** les carrés fouillés en 1993 ; **B** les carrés fouillés en 1994 ; **C** les carrés fouillés en 1995 ; **D** les carrés fouillés en 1996 ; **E** les carrés fouillés en 1997.

L'opération programmée pluriannuelle 1996-1997

- 23 Au terme du premier programme pluriannuel, un second a été entrepris.

1996

- 24 La campagne de fouille a duré du 9 septembre au 4 octobre. La fouille a porté sur la partie amont de l'épave (**fig. 7d**).

1997

- 25 La dernière campagne de fouille s'est déroulée du 22 septembre au 16 octobre. L'étude a porté principalement sur la zone centrale de l'épave (**fig. 7e**).
- 26 Au total, les six campagnes du programme ont conduit à fouiller une surface de l'ordre de 60 m². Si, dans la partie aval de l'épave, la fouille a été effectuée sur une profondeur relativement réduite –80 cm environ–, du fait de la faible hauteur de conservation des vestiges architecturaux, il n'en a pas été de même dans la partie amont. En effet, la remarquable hauteur de conservation de cette partie de la coque a nécessité une fouille sur une profondeur de l'ordre de 2 m pour permettre l'étude de la face externe du bordé et de l'étambot*.
- 27 Résumée en quelques chiffres, la fouille subaquatique a demandé, de 1992 à 1997, 1 023 plongées, soit une moyenne de 170 par campagne⁵, et 1 520 h de travail sous l'eau, soit une moyenne de 253 h par campagne⁶, chaque plongée durant en moyenne 90 mn⁷. En outre, les plongées ont nécessité 260 h de gonflage pour une consommation d'air de 1 820 m³.

1.5.2 Les relevés

- 28 En raison des difficultés liées à la très faible visibilité –moins de 10 cm certaines années–, les relevés ont impliqué la mise en place, sur le fond de la Charente, d'un dispositif particulier constitué d'un ensemble de gabarits en aluminium de 10 cm de haut sur 2 cm de large, fixés à des piquets profondément enfoncés dans le sédiment. Les mêmes piquets de référence ont été utilisés d'une année sur l'autre afin d'assurer la cohérence des relevés.
- 29 Ces gabarits forment un cadre rectangulaire de 15 x 6 m –décomposé en trois unités rectangulaires de 6 x 5 m (ABDC, CDFE, EFHG)– à l'intérieur duquel l'épave se trouve presque totalement inscrite. Les gabarits, étalonnés et disposés horizontalement à l'aide d'un niveau, servent de plan de référence constant lors des relevés. Sur les deux axes longitudinaux du cadre (ACEG, BDFH) repose une barre transversale mobile étalonnée sur laquelle coulisse un cavalier métallique muni d'un double mètre dont la verticalité est contrôlée par un fil à plomb. Les cotes en x et y sont prises à partir des distances inscrites sur les gabarits longitudinaux et sur la barre transversale. Les cotes en z sont prises à partir des valeurs portées sur le double mètre. À la fin de chaque campagne de fouille, les gabarits longitudinaux sont démontés. Les piquets sont laissés en place et un témoin matérialisant en altimétrie la position des gabarits est fixé sur un piquet.
- 30 Aux relevés effectués à partir de ce cadre de référence, pour la réalisation de la planimétrie notamment, s'ajoutent ceux réalisés à l'échelle 1 à l'aide de calques pour le relevé en développé du bordé, document essentiel pour l'étude et la restitution des formes de la coque. Par ailleurs, depuis 1994, la collaboration à la fouille de l'architecte J.-P. Gautier a permis un traitement informatique de tous les relevés architecturaux. Les données brutes, après avoir été saisies, sont reprises au moyen de logiciels de traitement d'image et de dessin –Photoshop, Minicad et 3D Turbo Plus. De la sorte, une banque de données graphiques, permettant de nombreuses analyses, a été constituée. En outre, aucune interprétation des données brutes n'est introduite lors de la saisie et de la mise au net des relevés.

7.5.3 La protection de l'épave

- 31 Depuis la première année de fouille, en 1992, la totalité de la zone dégagée au cours du chantier est recouverte par des sacs en plastique remplis de sable au terme de chaque campagne. Au total, ce sont près de 30 m³ de sable disposés dans plusieurs milliers de sacs qui recouvrent à présent l'ensemble de l'épave. Ce mode de protection *in situ* s'est avéré le plus efficace en dépit, il faut le reconnaître, de son aspect peu écologique. S'il avait été déposé en vrac sur le fond de la Charente, le sable se serait trouvé très rapidement dispersé par le courant. En revanche, les sacs de sable ne bougent pas d'une année sur l'autre. En outre, ils forment des obstacles qui retiennent les branchages transportés par le courant. Au bout d'un certain temps se constitue une sédimentation naturelle au-dessus de l'épave qui apparaît, au regard de notre expérience, comme le seul moyen durable de protéger les vestiges contre une dégradation mécanique liée à l'érosion et à la fragilisation des pièces de charpente, et aussi contre les actions éventuelles de plongeurs mal intentionnés.

1.5.4 Les moyens

- 32 Le matériel de plongée et de fouille était composé d'un compresseur, de motopompes, de suceuses à eau, d'un groupe électrogène, de blocs de plongée, d'un équipement photographique... La position de l'épave, sensiblement au centre de la Charente, a nécessité la mise en place d'un support de surface au-dessus du site pour des raisons de sécurité des plongées et de déploiement du matériel de fouille (**fig. 8**). Ce support idéal était un bac de 19 m de long sur 3,50 m de large mis à notre disposition par les services de la DDE.



FIG. 8 – Vue générale du site depuis l'amont. Les bouées délimitent la zone de travail.

NOTES

1. GIF-7158 : 1150 ±70 BP.
2. Sur ces aspects cf. aussi : Mc Grail 1984 ; 1989 ; 1995.
3. Saintes représente une limite moyenne car, lors de marées de coefficient élevé, les effets du courant de flot se faisaient sentir en amont de la ville.
4. La plus récente et remarquable synthèse d'archéologie navale est celle de J.R. Steffy (Steffy 1994). Une partie importante de l'ouvrage est consacrée aux méthodes et aux problématiques de l'archéologie navale.
5. Avec un minimum de 126 plongées et un maximum de 255 plongées.
6. Avec un minimum de 185 h et un maximum de 349 h.
7. Avec un minimum de 82 mn et un maximum de 101 mn.

RÉSUMÉS

L'épave de Port Bertheau II, reposant par 7 m de fond dans la Charente, a été découverte en 1973. Elle a été localisée à 50 m en aval du site portuaire médiéval et moderne de Port Bertheau, lequel se trouve le long de la rive droite de la Charente, en aval de Saintes (Charente-Maritime). Sa fouille (1992-1997) constituait la dernière étape d'un programme de recherche débuté en 1971 et consacré à la batellerie médiévale. Les principales étapes de ce programme portant sur les bateaux mais aussi les aménagements du lit mineur et des berges de la Charente furent la fouille du site portuaire (1971-1973), la prospection-inventaire d'un secteur du fleuve long de 40 km, compris entre Port-d'Envaux, en aval de Saintes, et Dompierre-sur-Charente, en amont (1984-1986), la fouille de l'épave (XI^e s.) et du site fluvial d'Orlac (1987-1988) et enfin celle de l'épave et du site fluvial de Port Bertheau II. Situés dans une section de la Charente soumise aux effets de la marée, l'épave et le site de Port Bertheau II s'inscrivaient dans un contexte fluvio-maritime différent et complémentaire de celui, strictement fluvial, qui avait été étudié lors de la fouille de l'épave et du site d'Orlac.

Sur la base des choix faits lors de l'étude de ce site, la fouille subaquatique de l'épave de Port Bertheau II a été envisagée comme celle d'une « structure ouverte » en relation directe avec son environnement fluvial. Dès lors, les vestiges architecturaux de la coque devaient être appréhendés selon les méthodes traditionnelles de l'archéologie navale pour déterminer les différentes caractéristiques techniques du bâtiment, mais également celles, nouvelles, de l'archéologie nautique pour restituer les traits principaux du paysage fluvial médiéval. La stratégie de fouille a été élaborée en fonction de cette double approche en associant, dès la première campagne et d'une façon synchronique, l'étude des vestiges de la coque à celle du site, qui repose sur des observations d'ordre topographique, géo-archéologique, sédimentologique et palynologique.

The Port Bertheau II wreck, discovered in 1973, lies at a depth of 7 mètres on the bottom of the Charente river. It is located 50 meters downstream from the medieval and modern harbour of Port Bertheau, which is on the right bank of the Charente below Saintes (Charente-Maritime). Excavation of the site (1992-1997) marked the final stage of a research project begun in 1971 and dedicated to médiéval river transport. The project was concerned not only with boats, but also with changes made to the banks and the Charente's low-water channel. The principal stages were: excavation of the harbour site (1971-1972); prospecting and recording a long a 40 kilométré stretch of the river between Port-d'Envaux below Saintes and Dompierre-sur-Charente above (1984-1986); excavation of the 11th c. wreck and the river site at Orlac (1987-1988); and lastly, excavation of the wreck and river site at Port Bertheau II. Located on a part of the Charente which is tidal, the wreck and site at Port Bertheau II are part of a sea-river environment which is both different from and complementary to that studied at Orlac, where the context is strictly that of the river.

On the basis of choices made during the study of the Orlac site, the underwater excavation of the Port Bertheau II wreck was designed as that of an "open structure" directly related to its river environment. The remains of the hull were to be examined using both traditional methods of ship archaeology in order to determine the vessel's technical characteristics and newer methods of nautical archaeology so as to reconstruct the main characteristics of the medieval river environment. From the outset, an excavation strategy based upon this dual approach brought together a study of the hull's remains and, simultaneously, an examination of the site using topography, geoarchaeology, sedimentology and palynology.

Das Wrack des Hafens Berteau II, das in der Charente in 7 m Tiefe lag, ist 1973 entdeckt worden. Es ist 50 m stromabwärts des mittelalterlichen und modernen Hafens von Port Berteau ausgemacht worden, der am rechten Ufer der Charente stromabwärts von Saintes liegt (Charente-Maritime). Seine Ausgrabung (1992-1997) stellte die letzte Etappe eines 1971 begonnenen Forschungsprogramms dar, das die mittelalterliche Binnenschifffahrt zum Thema hatte. Gegenstand der wichtigsten Forschungsstufen waren zwar hauptsächlich die Schiffe, jedoch ebenfalls die Gestaltung des Niedrigwasserflussbettes und die Ufer der Charente sowie die Ausgrabung der Hafenanlage (1971-1973), die 40 km lange Inventar-Prospektion eines Flusssektors, zwischen Port-d'Envaux, stromabwärts von Saintes und Dompierre-sur-Charente stromaufwärts (1984-1986), die Ausgrabung des Wracks aus dem 11. Jh. und der Flussgrabungsstätte von Orlac (1987- 1988) und schließlich die des Wracks und der Flussgrabungsstätte von Port Berteau II. In einem den Gezeiten ausgesetzten Abschnitt der Charente liegend, gehörten das Wrack und die Flussgrabungsstätte Port Berteau II in einen fluvio-maritimen Kontext, der sich von dem ausschließlich fluvialen Kontext der Grabung des Wracks und der Stätte von Orlac wesentlich unterschied und komplementär zu ihm war.

Auf der Basis der Kriterien, die bei der Studie dieser Stätte definiert worden waren, ist die Unterwassergrabung des Wracks von Port Berteau II als die einer „offenen Struktur“ in direktem Zusammenhang mit seiner fluvialen Umgebung geplant worden. Die baulichen Reste des Rumpfes mussten also einerseits mit den traditionellen Methoden der Marinearchäologie angegangen werden, um die verschiedenen technischen Eigenschaften des Schiffes zu untersuchen, doch auch die neuen Techniken der Unterwasserarchäologie mussten angewandt werden, um die Hauptmerkmale der mittelalterlichen Flusslandschaft zu rekonstruieren. Die Grabungsstrategie ist dieser doppelten Problematik entsprechend definiert worden, indem seit der ersten Grabungskampagne die Erforschung der Rumpfüberreste synchron mit der archäologischen Stätte durchgeführt wurde, die sich auf Beobachtungen topographischer, geoarchäologischer, sedimentologischer und palynologischer Natur stützen.

AUTEUR

ÉRIC RIETH

Directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisique occidentale de Paris, UMR 8589),
responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

Chapitre 2. Le site fluvial

Catherine Carrière-Desbois, Éric Rieth et Virginie Serna

2.1 Formation d'un site

2.1.1 Sa localisation

- 1 Le site de Port Berteau II est caractérisé par trois éléments : la proximité de la ville de Saintes, sa localisation par rapport à l'embouchure du fleuve et sa position en amont du barrage de Saint-Savinien. Cette situation particulière a eu, sans aucun doute, de profondes influences sur la navigation du bâtiment, sur les conditions de son échouage et de son enfouissement.
- 2 Le site se trouve à un peu plus de 4,5 km en aval de la ville de Saintes. Cette cité s'est développée sur la Charente à l'endroit où la marée, en coefficient moyen, cesse de se faire sentir, et où les routes venant du nord et de l'est traversent le fleuve. C'est une ville pont, construite à un rétrécissement de la vallée de la Charente. Elle s'ordonne autour d'un axe est-ouest qu'emprunte le pont de la route d'Angoulême à Rochefort. Sous le nom de *Mediolanum Santonum*, elle fut une agglomération antique importante, comme en témoignent l'amphithéâtre elliptique et l'arc de Germanicus, élevé en 21 en l'honneur de Tibère, Germanicus et Drusus.
- 3 La Charente prend sa source dans le Limousin à une altitude avoisinant 300 m. Elle parcourt ensuite 360 km avant de se jeter dans l'océan Atlantique entre les îles d'Aix et d'Oléron. Les limites actuelles du cours de la Charente établies par la DDE¹ révèlent, d'Angoulême à l'Océan, trois parties qui correspondent à trois modes de navigation (cf. fig. 4). À l'amont, d'Angoulême à Tonnay-Charente, une section strictement fluviale ; de Tonnay-Charente à Port-des-Barques, une section dite *de navigation maritime en rivière* et, de Port-des-Barques à l'Océan, une zone de navigation purement maritime (Sandrin 1987). La limite de salure des eaux est située au confluent de la Boutonne. Le site de Port Berteau II se trouve ainsi dans la section strictement fluviale de la Charente, à 64 km de l'estuaire².
- 4 L'espace fluvial dans lequel se situe l'épave est un paysage sans méandre, formant une ligne droite limitée à l'amont par le grand méandre de Saintes (PK22-PK26) et à l'aval

par le méandre de Saint-Savinien (PK48-PK51) (cf. **fig. 3**). Port Bertheau II se situe à 17 km en amont du seuil de Saint-Savinien (entre les PK49 et PK50). Du point de vue de la navigabilité du fleuve, le seuil de Saint-Savinien est une donnée essentielle : « Il entraîne l'arrêt en ce lieu d'une partie de la navigation remontant le fleuve et cela d'autant plus que cet accident topographique se combine avec un changement d'orientation de la Charente » (Chapelot, Rieth 1995 : 116).

- 5 Rappelons que les travaux d'aménagement de la Charente pour la navigation commencèrent très tôt et se terminèrent provisoirement à la fin du Second Empire, date à laquelle les ingénieurs considérèrent que leur objectif –mettre le cours du fleuve en amont et en aval de la Baine à un niveau de mouillage de 2 m– était atteint (Chapelot, Rieth 1995 : 116). Commencée en 1866 et achevée en 1881, la réalisation à Saint-Savinien d'un pont, d'une chaussée insubmersible et d'une dérivation éclusée fut « la plus grande entreprise de cette époque et des débuts de la III^e République »³. C'est à nouveau sur le seuil de Saint-Savinien que fut inauguré en 1968 le barrage mobile dont la fonction est double : retenir l'eau douce nécessaire pour l'irrigation des marais et doubler la section d'écoulement en ce lieu, de 200 à 400 m³/s.
- 6 La notion de seuil est particulièrement importante dans l'étude de la dynamique d'un fleuve. Les lits fluviaux sont, en effet, caractérisés par l'alternance de seuils et de mouilles. Les seuils, constitués en principe de matériaux plus grossiers, se caractérisent par un écoulement turbulent sur une profondeur faible, tandis que les mouilles sont parcourues par un écoulement lent et profond à l'étiage et se caractérisent par un dépôt de matériel relativement fin (Amoros, Petts 1993 : 72) (**fig. 9**). Lors des basses eaux, les seuils font office de barrage et peuvent fonctionner, tels des déversoirs, avec des pentes fortes. En revanche, en période de hautes eaux, les pentes du plan d'eau tendent à s'uniformiser. Cet accident topographique que constitue périodiquement le seuil ne se limite pas à Saint-Savinien. Les ponts d'origine gallo-romaine de Taillebourg et de Saintes, situés également sur des seuils, produisaient le même effet : la création d'une zone de surélévation du flux, qui avait la même conséquence : l'arrêt de la navigation montante.

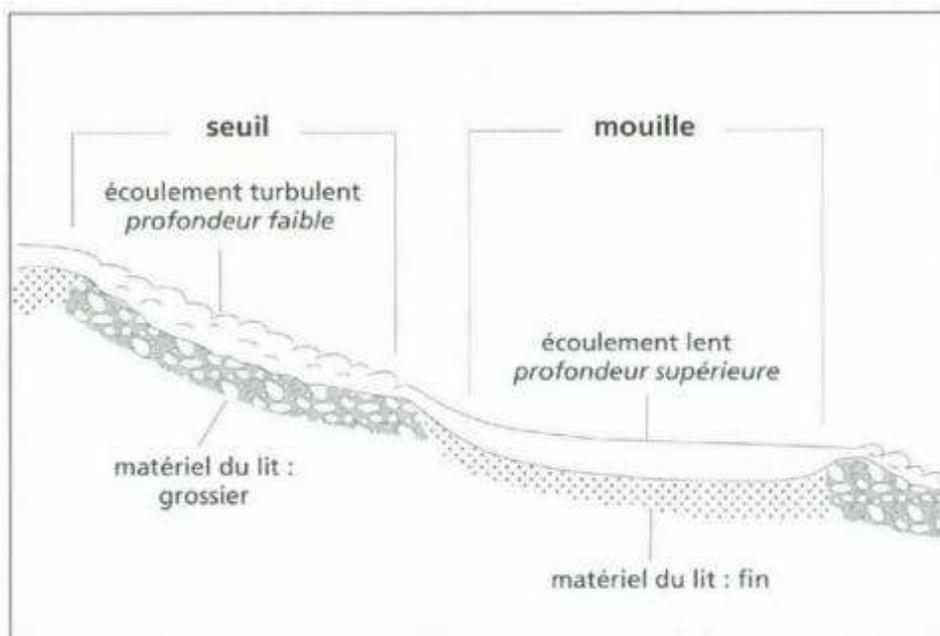


FIG. 9 – Variation longitudinale de la pente du chenal à l'échelle des mouilles et des seuils (d'après Amoros, Petts 1993 : 72).

2.1.2 Le paysage actuel

- 7 J. Grelier, auteur d'un article sur le fleuve, décrit les berges de Port Bertheau dans les années 1930 : « Le fleuve serpente parmi les prairies, reflétant les peupliers de sa berge, les maisons basses blanchies à la chaux, fleuries de capucines et de giroflées de la Saintonge » (Grelier 1933 : 45). Cette vision bucolique exprime bien l'atmosphère tranquille qui se dégage des bords du fleuve à Port Bertheau.
- 8 La rive gauche présente un paysage caractéristique des vallées de Charente. Dans cette plaine inondable, des prairies humides –temporaires ou permanentes– alternent avec des champs de maïs. L'étude du cadastre de 1992 permet de retrouver les formes anciennes de l'organisation de l'habitat et des sols. Sur la ligne droite constituée par la Charente en cette section, s'étire en rive gauche le lieu-dit La Prairie de Narcejac (**fig. 10**). Il est composé de champs en lanières, perpendiculaires à la rive, qui s'étendent entre les chemins de service et le chemin de halage –actuel chemin d'exploitation. Ces prairies, appelées encore *prées* ou *rivière*⁴, sont des terres inondables recouvertes par les crues annuelles. Elles constituaient autrefois une importante réserve en fourrage. Aujourd'hui, leur orientation agricole montre des parcelles de taille moyenne, dévolues aux pâturages et à la culture du maïs. En rive gauche, les berges actuelles du fleuve révèlent un milieu relativement fragile, soumis aux crues, en constante évolution. Leur tracé a montré, lors des cinq campagnes de fouille, un ravinement des bords et une mise à nue des racines de la strate arbustive, favorisée par l'érosion. Le talus de la rive gauche développe également une strate herbacée abondante où domine le frêne. Par endroits se distinguent les bourrelets de crues formés d'alluvions fluviales. La pente des berges, d'une hauteur comprise entre un et deux mètres, est verticale et le phénomène de sape, important lors des crues et décrues, se développe parfois en profondeur sous la berge.

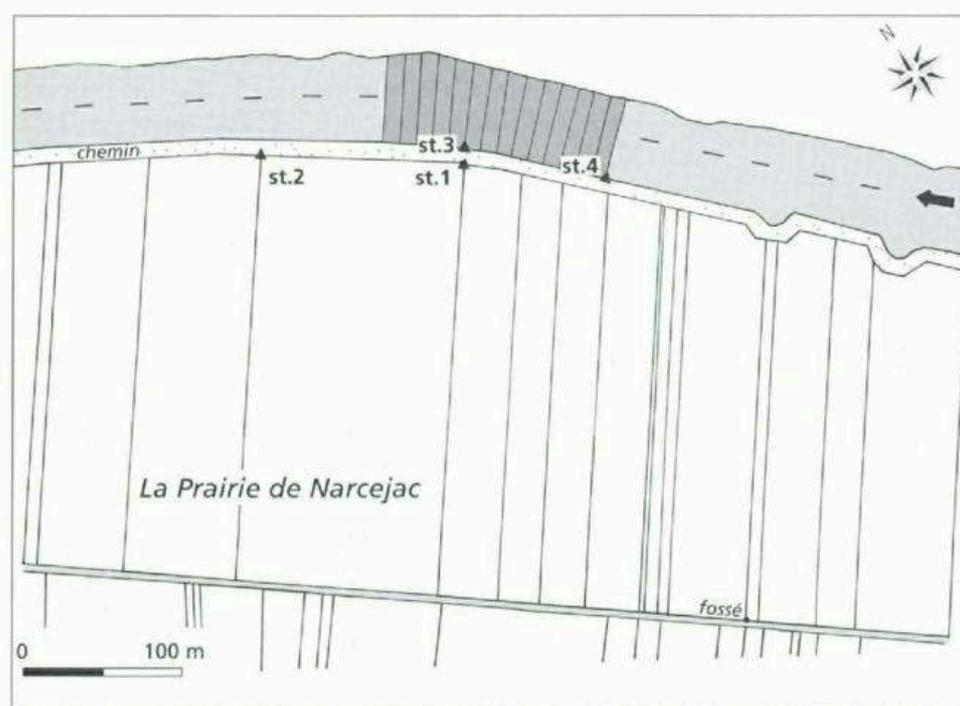


FIG. 10 – Localisation sur le plan cadastral des stations topographiques (st.) et des quinze profils transversaux (sur fond gris moyen).

- 9 Rive droite, le site est dominé par un haut plateau calcaire qui descend jusqu'au fleuve par un versant abrupt et difficile d'accès. Là, le couvert forestier est dense ; les feuillus –chênes, frênes, charmes, noisetiers, aulnes et peupliers– y sont dominants et ne semblent pas être toujours entretenus. Sous l'influence de leur charge foliaire, les arbres s'inclinent, augmentent leur prise au vent et peuvent basculer dans la Charente. Au-dessus de cet escarpement, un plateau calcaire a permis l'installation de la route départementale et de la voie de chemin de fer. L'aspect du paysage est donc plus touffu ; aucun chemin de servitude ne court sur la berge. Seules les habitations, avec les bois de feuillus convertis en jardins d'agrément –plantation de résineux de parc comme les cèdres et les sapins–, ont des berges aménagées –pontons pour pédalos, barques... Ici, comme en rive gauche, les hautes eaux et crues de la Charente ont érodé par endroit les berges. Les chênes, aulnes, frênes et peupliers qui, pour l'essentiel, bordent le fleuve, ont parfois leur tronc immergé et certains troncs couchés sont emportés par les crues.
- 10 La Charente a aujourd'hui un écoulement qui oscille entre tranquillité en temps ordinaire et turbulence en temps de crues. L'écoulement tranquille est caractérisé par sa lenteur, son uniformité, son flux paisible entre des parois –les berges– parallèles et peu rugueuses. De par son débit, caractéristique des fleuves de plaine, la vitesse est trop faible en basses eaux pour que le courant puisse transporter autre chose que des éléments en flottaison –bois– ou en dissolution. En revanche, l'écoulement, lorsqu'il est turbulent, est capable de transporter des matériaux non seulement en flottaison et dissolution, mais également en suspension pour les limons et sables fins, en saltation pour les sables grossiers et en roulement sur le fond pour les graviers ou les céramiques par exemple. Ce cas se présente une à deux fois par an et a pour conséquence le

déplacement* en aval des céramiques du site portuaire de Port Berteau, sur lequel nous reviendrons.

2.1.3 L'influence de la marée

- 11 De la mer à l'écluse de Saint-Savinien, la Charente est soumise de façon régulière à l'influence des marées. La marée de fort coefficient se fait sentir jusqu'à l'écluse de la Baine. Elle a constitué pendant longtemps un moyen propulsif naturel non négligeable pour la navigation montante, même si, au XVIII^e s., les gabares naviguant à la voile avaient recours au halage humain ou animal. Aujourd'hui, la marée se fait encore sentir régulièrement et la limite entre le régime fluvial et le régime maritime suit les oscillations du débit du fleuve. Elle engendre un phénomène particulier : celui de l'engraissement et de l'érosion des berges, qui trouve sa plus grande amplitude entre les niveaux de basse et de haute mer, lors des marées de vive eau. Ce mouvement, quasiment journalier pendant les jours de marée à fort coefficient –septembre et octobre en particulier–, est nettement perceptible en plongée. Le courant, lors de la montée de la marée, se ralentit, pour s'immobiliser ensuite. Le sédiment en suspension se pose alors sur le fond de la Charente. Cette pause –de 20 à 40 mm– est suivie d'un court laps de temps où le courant s'inverse sous l'effet de l'onde marée qui repousse l'eau douce vers l'amont. Ce phénomène modifie et marque le profil des berges à Port Berteau. La végétation et les bourrelets alluviaux, tour à tour immergés et submergés, se fragilisent et tendent à se désolidariser des terrains à sec. Lors des grandes marées, la majoration des hauteurs d'eau, très visible, est de l'ordre de 50 à 80 cm (**fig. 11**). Est-il raisonnable de penser qu'en vive eau, aux périodes antérieures à la régulation des barrages, la hauteur d'eau à Port Berteau ait été beaucoup moins importante ? C'est là toute la question de la reconnaissance du paysage ancien de ce site.



FIG. 11 – Rive droite de la Charente : une modification dans la couleur de la végétation traduit la variation de la hauteur d'eau.

2.1.4 Le paysage ancien

2.1.4.1 Méthode de reconnaissance du lit actuel et du lit ancien de la Charente

- 12 Cette méthode est basée sur l'étude topographique du site et l'établissement d'une bathymétrie. Menée conjointement à la fouille de l'épave, l'étude topographique comportait dès la première campagne deux objectifs : le positionnement précis des gabarits de référence délimitant la zone de fouille et la reconnaissance du lit actuel de la Charente (largeur, profondeur, pente).
- 13 Les aspects méthodologiques de ces deux études seront examinés rapidement. La matrice parcellaire de Saintes, section ZC (1985), remise à jour, a permis de localiser des repères topographiques fixes (cf. fig. 10). Ces points, situés aux angles des parcelles cultivées –lieu-dit La Prairie de Narcejac en rive gauche– se présentent sous la forme de bornes témoins de couleur jaune, percées au centre. Quatre nouvelles stations topographiques, épousant le très léger changement d'orientation du fleuve, furent implantées sur la rive gauche de la Charente. Ces repères posés, il fut relativement aisé de placer perpendiculairement à la Charente des lignes droites étalonnées de 10 m en 10 m, couvrant ainsi une surface de 150 m². Ce ne sont pas moins de quinze profils perpendiculaires à l'axe du fleuve qui ont ainsi été levés pour la reconnaissance du site (fig. 12). Une embarcation équipée d'un sondeur suivait l'axe de ces profils –de la rive droite vers la rive gauche–, à allure lente et régulière. Chaque coupe transversale, enregistrée sur une bande du sondeur, était étalonnée tous les 10 m par un « top » signalé sur l'enregistrement par une ligne verticale. Mais les coupes transversales ainsi enregistrées par le sondeur transmettaient une image brute et erronée du fond du fleuve, puisque seule l'échelle des profondeurs s'y trouvait respectée. Afin de restituer une image juste de la largeur de la Charente, une remise à l'échelle fut donc nécessaire.

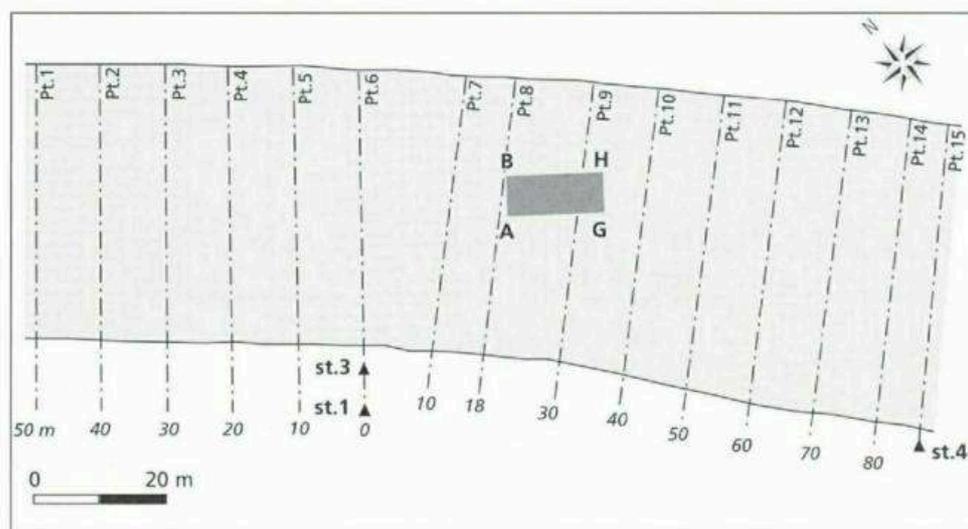


FIG. 12 – Positionnement des gabarits (ABHG) délimitant la zone de fouille, par rapport aux profils transversaux (Pt. 1-Pt. 15).

- 14 Les profils transversaux, après restitution et analyse, ont fait apparaître deux phénomènes :

- une inversion du schéma traditionnel du paysage fluvial sur ce site ;
- un chenal de navigation limité.

- 15 Leur étude montre que le schéma traditionnel, rive droite/berge abrupte et rive gauche/berge aplanie, dans lequel devrait s'inscrire le paysage de Port Bertheau II, s'est modifié. En effet, la bathymétrie révèle une rive droite au versant escarpé mais offrant une grève sédimentaire en pente douce tandis que la rive gauche, basse, présente un profil de berge abrupte (**fig. 13**). Cette inversion de la morphologie fluviale est un indice révélateur de modifications naturelles. En revanche, les profils soulignent l'homogénéité des transects de rivière, plats, d'une profondeur maximale de 7 m, sans aucune rupture de pente sur 150 m. Cette absence de relief actuel du fond de la Charente ne permet pas d'identifier clairement le chenal d'étiage, ni de présumer de la présence passée de bras secondaires ou d'îles dans ce secteur. Néanmoins, cette image bathymétrique révèle un lit actuel relativement large –45 m– dont le chenal d'étiage, plus centré sur la rive gauche, se trouve à une dizaine de mètres de la berge actuelle.

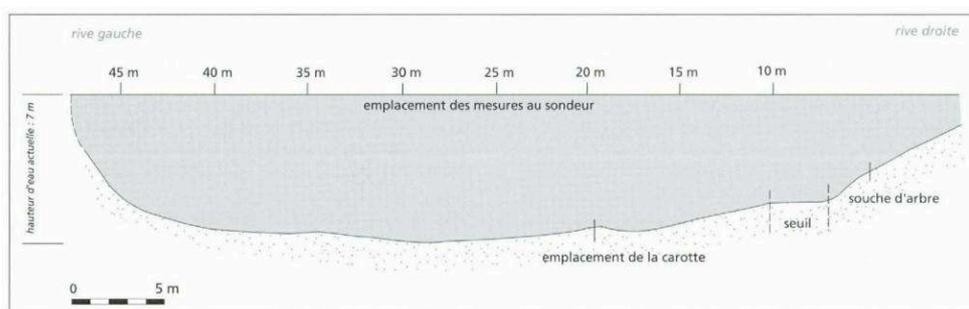


FIG. 13 – Restitution du profil transversal 6 à partir de l'enregistrement fait au sondeur.

- 16 Afin de compléter cette approche de la forme transversale du lit fluvial, un profil longitudinal fut effectué, permettant de saisir ce qui est appelé *la pente hydrographique*⁵. Cet élément constitutif de l'étude d'un fleuve fut abordé par J. Grelier (Grelier 1933 : 45). Les chapitres relatifs à cette question, écrits par J. Chapelot dans la publication de l'épave d'Orlac, avaient déjà repris et clarifié cette étude du fleuve (Chapelot, Rieth 1995 : 116 et suiv.). Nous ne reviendrons donc pas sur les aspects généraux de la pente du lit sur l'ensemble de la Charente et renvoyons les lecteurs à cette publication. En revanche, il convient d'analyser les données nouvelles transmises par l'étude du profil longitudinal sur le site limité de Port Bertheau II
- 17 Le profil longitudinal de Port Bertheau II a été réalisé lors de la première campagne de fouille sur une longueur de 150 m. L'analyse de cet enregistrement met en évidence un relief très plat dont la profondeur est de 7 m. À la hauteur des profils transversaux PT8, PT9 et PT10 se dessine un léger creusement qui correspond à la surface décapée par la fouille. Si l'on part du postulat que le profil en long évolue au rythme lent du temps géomorphologique, on peut supposer que le fond de la Charente a gardé le même profil depuis le début du VII^e s., même s'il a pu s'envaser ou se creuser.
- 18 Un profil en long de Saintes à L'Houmée –levé de juillet 1995– (**fig. 14**) effectué par la DDE met en perspective l'évolution du profil en long de la Charente entre 1957 et 1995⁶. Rappelons qu'entre ces deux dates, en 1968, fut construit le barrage de Saint-Savinien. Ce document, très intéressant, autorise trois constatations. Premièrement, le profil effectué en 1995 montre à certains endroits⁷ un envasement très important pouvant atteindre 4 m⁸. Ce colmatage, prévisible, est la réponse

géomorphologique à l'impact du barrage de Saint-Savinien. Deuxièmement, notons que l'envasement est limité en étendue mais plus important en épaisseur en amont du barrage qu'en aval. En amont, le colmatage se fait sentir à partir de Port-d'Envaux (PK42), tandis que la bathymétrie en aval s'est profondément modifiée de deux façons : d'une part en creusant au droit du barrage (PK50) une véritable fosse – de 2,50 m de profondeur – et, d'autre part, en provoquant jusqu'à L'Houmée, soit un peu plus de 10 km en aval, une sédimentation de 1 à 2 m. Dernière constatation majeure pour notre étude, il n'y a pas eu d'envasement sur le site de Port Berteau depuis 1957, et on constate même un léger creusement du site. Est-ce là la trace laissée par les campagnes de fouille sur le fond du fleuve ?

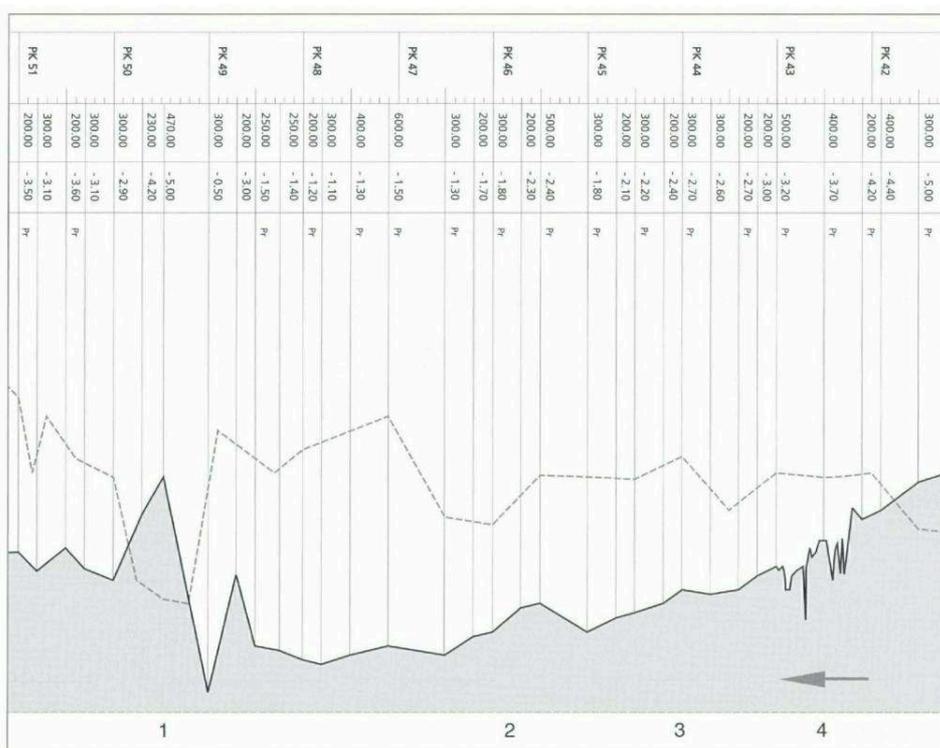


FIG. 14 – Profil en long de la Charente entre Port-d'Envaux et Saint-Savinien (**1** barrage de St-Savinien, **2** prise d'eau de l'Unma, **3** Coulonge, **4** Port-d'Envaux) : comparaison entre le levé de 1957 (en tiretets) et celui de juillet 1995 (en trait plein) (doc. DDE Charente-Maritime).

- 19 Si le profil a peu changé, c'est la ligne d'eau qui, par contre, a évolué au même pas que les temps hydrologiques. Elle a varié sans cesse avec la hauteur d'eau du chenal et les obstacles ou freins rencontrés par l'écoulement fluvial. C'est donc l'ajustement de cette ligne d'eau qui constitue une variable dans le temps à partir de laquelle on peut tenter d'identifier le processus d'écoulement de la Charente au début du VII^e s. Afin d'ajuster au mieux notre appréciation du lit ancien, reprenons certains éléments du paysage actuel et formulons des hypothèses sur leur évolution possible.

2.1.4.2 Hypothèse de restitution du paysage ancien

- 20 La rive droite, formée d'un versant abrupt, n'a sans doute pas changé dans ses lignes directrices. La présence d'un arbre coupé, à 5 m de la rive droite et à 4 m de profondeur, plaiderait en faveur d'un recul possible de la berge. Cet arbre, dont le tronc a gardé des traces de coupe, indiquerait un niveau ancien de la berge en rive droite qui

correspondrait vraisemblablement au niveau connu avant la construction de l'écluse de Saint-Savinien, en 1968. Cette donnée corroborerait l'hypothèse d'une forte remontée des eaux due à la construction du barrage du même nom. La rive gauche semble avoir été également l'objet de modifications. Afin de préserver le chemin de halage des inondations, des travaux ont été effectués dans le but de le rehausser.

- 21 Ainsi, s'étalant aux périodes anciennes sur les vastes prairies de Narcejac, le lit de la Charente, auparavant beaucoup plus large, ne rencontrait pas d'obstacles à son écoulement. Aujourd'hui le lit majeur, bien délimité de part et d'autre des berges, contraint la Charente à un écoulement pérenne et régulier –bien que subissant encore de fortes crues– entre des parois exhaussées. En revanche, le lit mineur, sans doute plus limité aux périodes antérieures, a été considérablement élargi afin de faciliter la navigation de tourisme.
- 22 Quelle apparence pouvait avoir le paysage à la période qui nous intéresse ? La modification la plus prégnante semble être celle de la hauteur d'eau ou *ligne d'eau*. Il est certain qu'un exhaussement des eaux de la Charente a eu lieu, compte tenu de l'ampleur des installations anthropiques, et ceci depuis le Moyen Âge (Chapelot, Rieth 1995 : 118 et suiv.). Moulins à eau, pêcheries, chaussées ont rythmé le fleuve et ont participé, à leur insu, à la régularisation du fleuve en faisant obstacle à son écoulement.
- 23 Aujourd'hui, la Charente est maintenue à une hauteur d'eau nettement supérieure à celle qu'ont pu connaître les berges anciennes. Rappelons que cette hauteur actuelle, de l'ordre de 7 m au niveau de Port Bertheau, résulte pour l'essentiel de la retenue effectuée par la construction du barrage de Saint-Savinien, à 17 km en aval. Ainsi, si l'on se place dans l'hypothèse d'une hauteur d'eau ancienne de 1,50 m à 2 m, le profil des berges retrouve le tracé attendu (**fig. 15**). La rive gauche, d'anthropisation récente, était bien auparavant une grève sédimentaire. Le relevé de la rive droite change, lui, relativement peu et garde un profil doux en glacis qui peut surprendre sur un versant escarpé. Dans cette hypothèse se dessine mieux l'ancien lit fluvial de la Charente. Le lit mineur, tout d'abord, se situe en rive gauche, en deçà d'un léger seuil perceptible sur les profils transversaux, dans la zone des 25 m. En effet, d'aval en amont, les profils transversaux 3, 5 et 8 soulignent une légère levée qui s'estompe au fur et à mesure que l'on remonte le courant. Il est intéressant de noter que la position actuelle de l'épave se situe également au milieu du fleuve, dans cette zone des 25 m. Doit-on songer que la rive droite ait pu être aux périodes anciennes en pente très douce, pratiquement sans eau jusqu'à la moitié du lit actuel et que l'autre moitié du lit, en rive gauche ait été le seul lit navigable de la Charente ? Cette hypothèse est à retenir, d'autant qu'elle s'adapterait bien à la position de l'épave, qui est légèrement désaxée vers la rive droite⁹.

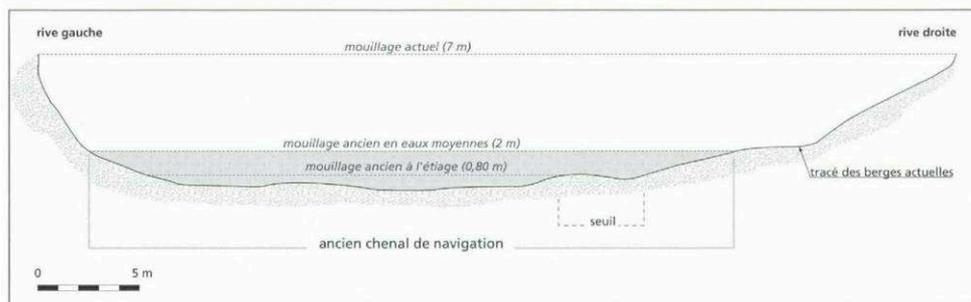


FIG. 15 – Hypothèse de restitution de la hauteur d'eau aux périodes anciennes.

2.2 Matériel en place ou matériel roulé ?

24 C.C.-D.

- 25 Au regard de la proximité de l'épave avec le site portuaire médiéval et moderne de Port Berteau, il convenait de considérer les liens possibles entre les deux sites.
- 26 Le gisement de céramiques au droit du site portuaire était composé de pièces datées du bas Moyen Âge et de l'époque moderne (Chapelot 1975). Le mobilier archéologique issu de l'épave proprement dite, trouvé en 1992 essentiellement, provient d'un décapage de surface effectué à l'intérieur des gabarits ABHG. La plus grande partie de ce matériel a été ramassée dans la couche de sable coquillier (US999) qui recouvrait entièrement l'épave. Durant la campagne de fouille 1992, 811 objets dont 49 590 g de céramiques – soit 800 fragments – ont été découverts. Le ramassage a été réalisé au cours de la fouille, sans tri préalable. En effet, les objets étaient recouverts d'une épaisse concrétion calcaire empêchant toute identification lors de leur relevé sous l'eau. En surface, pierres et tuiles étaient systématiquement écartées après observation, puis déposées dans la Charente dans un espace balisé. Outre les céramiques, des objets métalliques ont été également découverts : des clous faisant partie du bateau et quelques outils, non datés, ont ainsi été trouvés dans la couche sableuse de surface. Ces derniers, très lourds, n'ont pu être transportés par le courant et les crues. Il est vraisemblable qu'ils ont été perdus depuis la rive ou un bateau à différentes époques. Il s'agit d'une hache (n° inv. 92.999.4), d'une serpette (n° inv. 92.999.3), d'un pic de tailleur de pierre (n° inv. 92.999.5) et d'un fer de lance (n° inv. 1.999.5) (fig. 16) pour les plus gros objets.

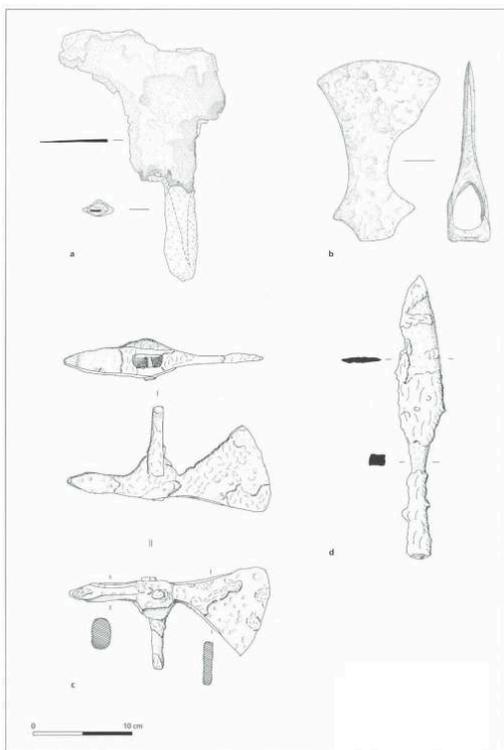


FIG. 16 – Mobilier métallique trouvé en surface : **A** serpette de vigneron, **B** hache, **C** pic de tailleur de pierre, **D** fer de lance.

- 27 La nature de l'altération de ces céramiques a fait l'objet d'une observation hors de l'eau. Deux types de concrétion ont été observés : une concrétion épaisse (jusqu'à 5 cm), légèrement friable dans l'eau, adhérente surtout sur les parties non glaçurées et une autre peu épaisse (1 cm), très dure, polie en surface, très adhérente sur les matériaux, glaçurés ou non. Les céramiques médiévales sont les plus concernées par ce type de concrétion qui semble avoir été dégradée par le courant à la suite d'un long séjour dans l'eau. Après un nettoyage des pièces, soit mécanique sur le terrain, soit à l'acide en laboratoire (HCl à 15 % dans l'eau) sur les concrétions les plus tenaces, le remontage de l'ensemble des fragments a été tenté.

2.2.1 Quantification de la céramique

- 28 Le matériel est, dans son ensemble, tout à fait caractéristique des productions régionales du XIII^e au XVIII^e s. Il témoigne du rôle de Port Bertheau dans le commerce d'exportation de la céramique mis en évidence par J. Chapelot lors de l'étude du site portuaire. Il a été quantifié par le nombre de fragments (**fig. 17**), le poids (**fig. 18**), le nombre de formes archéologiques complètes et le poids moyen des tessons pour l'ensemble des périodes auxquelles il appartient. Cette analyse fait apparaître plusieurs caractéristiques. C'est ainsi que 20 % des céramiques sont impossibles à identifier en raison, principalement, de leur mauvais état de conservation : éléments roulés, disparition des traitements de surface (engobe, glaçure mais aussi décors), couleur de la pâte difficile à observer. Deux groupes se détachent en fonction de leur importance numérique et de leur poids : les céramiques des XIII^e et XIV^e s. et celles du XVIII^e s. Cette répartition s'accorde tout à fait avec les conclusions de l'étude des céramiques découvertes lors de la fouille du site portuaire de Port Bertheau et confirme, notamment,

l'absence de céramiques des ^{xv}^e et ^{xvi}^e s. La comparaison du nombre de formes archéologiques complètes ainsi que le poids moyen des tessons mettent en évidence l'aspect très fragmentaire des céramiques médiévales par rapport à celles du ^{xviii}^e s. (27 formes archéologiques complètes pour le ^{xviii}^e s., aucune pour le Moyen Âge ; poids moyen d'un tesson du ^{xviii}^e s. : 100,7 g ; poids moyen d'un tesson médiéval : 30 g).

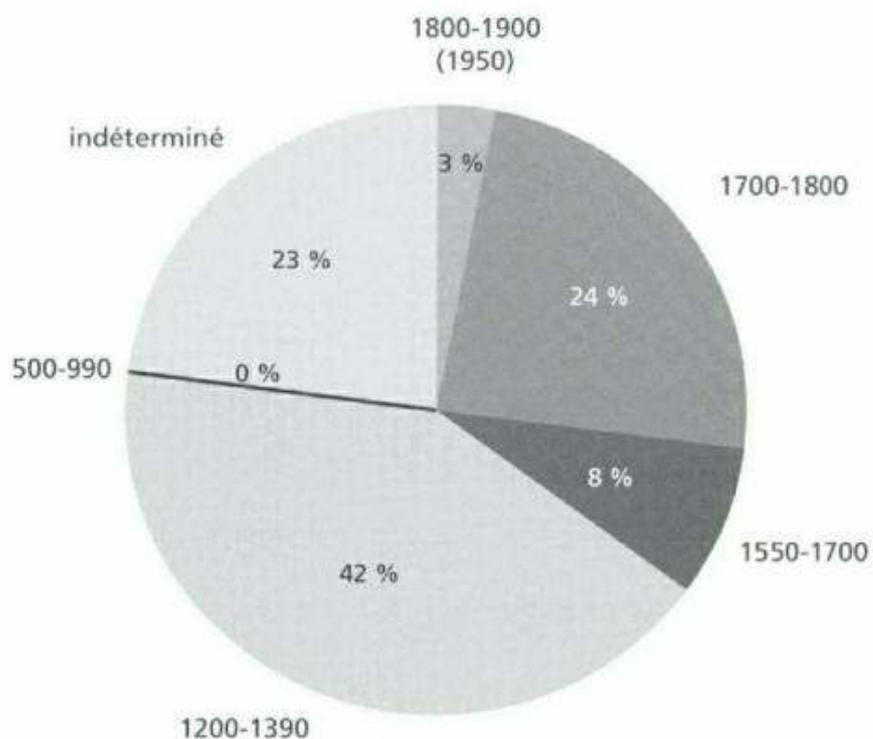


FIG. 17 – Quantification de la céramique selon le nombre des fragments.

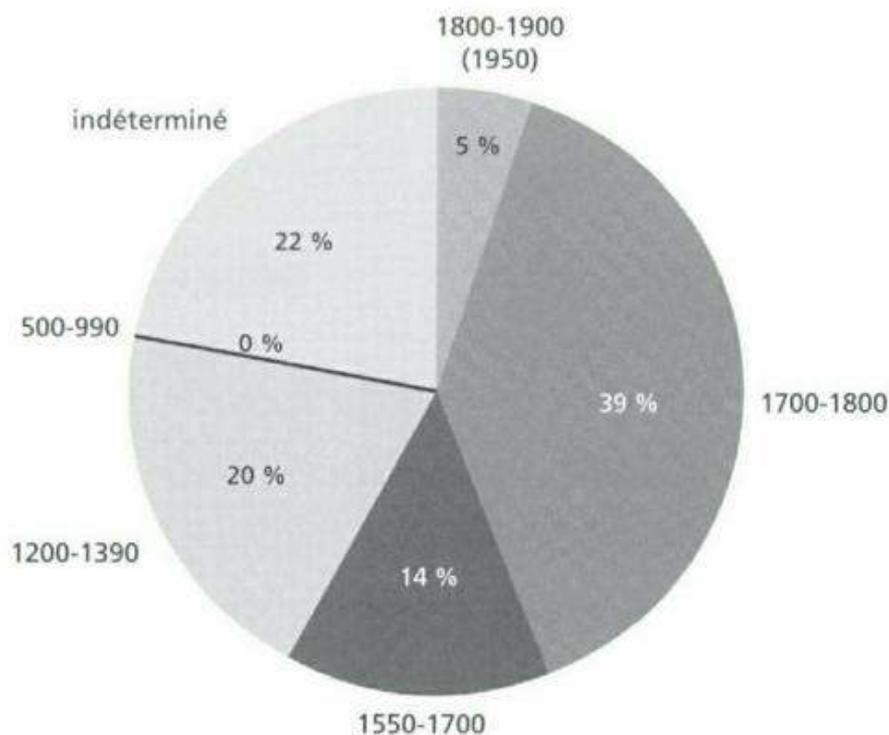


FIG. 18 – Quantification de la céramique selon son poids.

2.2.2 Analyse

- 29 La zone de fouille se situant à 50 m en aval du port, la grande majorité des petits fragments, d'époque médiévale en particulier, a pu être roulée jusqu'au site par le courant et les crues. En revanche, les pièces les plus lourdes –fragments de bassins, d'assiettes et d'autres formes ouvertes du XVIII^e s., et éventuellement une dizaine de fonds de pichets médiévaux– ont pu être déposées au-dessus de la zone de fouille pour diverses raisons –pièces sélectionnées à l'embarquement et jetées par-dessus bord du fait de leurs défauts, accident de mouillage. Il faut noter la présence d'un fragment portant une croix gravée sur le fond, un fragment avec un enfoncement –défaut de cuisson–, daté des XIII^e-XIV^e s., un fond percé intentionnellement –ouverture circulaire– daté des XVI^e-XVII^e s. ainsi qu'un fond de coquemar percé de la même manière et daté du XVIII^e s.

2.2.2.1 Éléments remarquables

- 30 Parmi les quelques fragments datés des XVI^e et XVII^e s., signalons des individus qui présentent, de par leurs formes et leurs décors –moulés ou d'applique à glaçure polychrome ou verte–, un intérêt typologique certain. Ces productions ont pu être influencées par le séjour de Bernard Palissy à Saintes ou par d'autres artisans aux techniques évoluées. Notons, par exemple, un fragment de bénitier à glaçure verte (n° inv. 92.999.74) dont le pot, dans la partie basse, manque. Le décor moulé présente un personnage tenant un enfant, entouré de saints (fig. 19a). Signalons, également, un fragment d'écuille (n° inv. 92.999.75) à oreille moulée d'un visage d'inspiration aztèque

et glaçure verte (**fig. 19d**) et une navette à glaçure verte, marron et bleue, à décors moulés (n° inv. 92.999.76) parmi lesquels on reconnaît une femme aux mains jointes¹⁰.

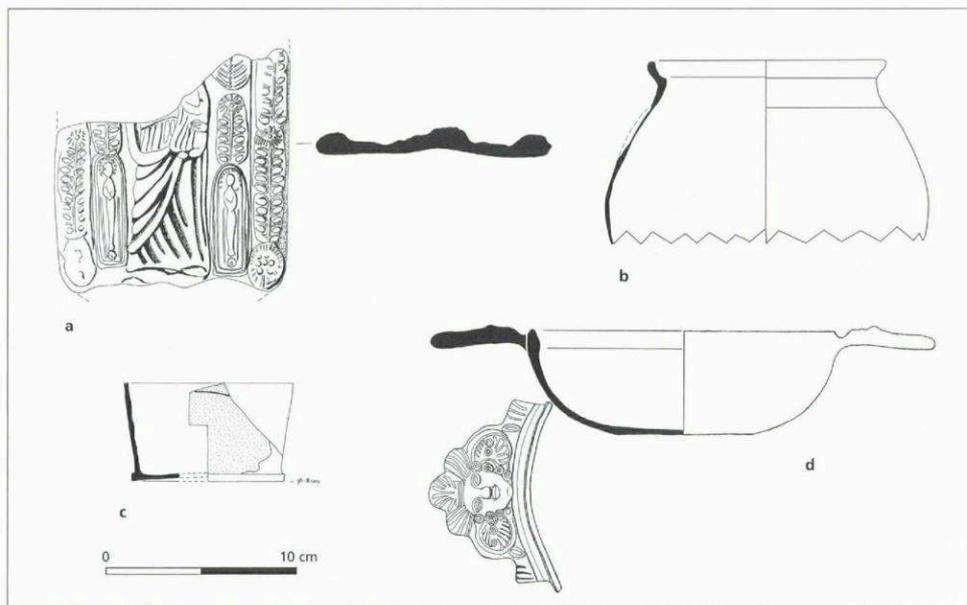


FIG. 19 – Exemples de céramiques remarquables : **A** bénitier (xvii^e-xviii^e s.), **B** céramique (v^e-vi^e s.), **C** fond de pichet (xiii^e-xiv^e s.), **D** écuelle à oreilles (xvii^e-xviii^e s.).

- 31 La céramique des xiii^e et xiv^e s. offre des productions soignées dont la présence est exceptionnelle sur les sites archéologiques. Produites en petites quantités, elles devaient faire l'objet d'un soin particulier à l'embarquement. Deux fragments de corne d'appel (n° inv. 92.999.78 et 79), dont une imitant un olifant d'ivoire (Chapelot 1975 : 106, fig. 38), témoignent de ces productions précieuses. Notons également la présence d'un fragment de pichet (n° inv. 92.999.83) présentant un reste de décor –ligne brune sur glaçure verte– (**fig. 19c**) qui s'apparente au décor connu dit à l'*oiseau* –deux oiseaux peints de profil se faisant face sur la panse du pichet à bec ponté– ainsi que deux fragments présentant un décor de feuille. Sa forme circulaire pourrait l'apparenter à un palet ou à un jeton.

2.2.2.2 La céramique du haut Moyen Âge (v^e-vi^e s.)

- 32 Un fragment de céramique sort du contexte des xiii^e et xiv^e s. Il s'agit d'un fragment à pâte fine brune micacée, présentant des traces d'utilisation au feu. C'est une forme fermée de petit diamètre –dimension du col : 13,5 cm ; dimension maximale : 19 cm– (**fig. 19b**). La forme de sa lèvre pourrait l'apparenter aux productions du haut Moyen Âge. Ce tesson a été daté des v^e-vi^e s. Ajoutons que les céramiques de cette période sont mal connues dans la région de Saintes ; seule la fouille des cimetières a livré des céramiques, et exclusivement des vases funéraires. Il pourrait s'agir d'un matériel d'importation.
- 33 Ainsi, la majeure partie de la céramique médiévale semble avoir été déposée sur le site à la suite de crues, ou entraînée par le courant. Pour la période des xvii^e-xviii^e s., il est fort probable que la céramique a été jetée, pour diverses raisons, depuis des embarcations, ou depuis un quai en bois ou un appontement. La céramique du haut

Moyen Âge, représentée par un seul élément, ne peut conduire à une analyse plus approfondie.

2.3 Du caboteur à l'épave

- 34 L'étude géo-archéologique menée sur le site de Port Bertheau II avait deux objectifs principaux : d'une part, tenter de retrouver le paysage fluvial contemporain de la circulation du bâtiment et, d'autre part, estimer le mode de remplissage puis de recouvrement de l'épave. Cette recherche ne se définissait pas comme une étude paléofluviale exhaustive du bief en aval de Saintes mais, plus simplement, tenait à préciser certains moments clés de l'histoire du bateau sur le site, de son échouage à son recouvrement par les sédiments fluviaux.
- 35 Le site de Port Bertheau II se prêtait particulièrement bien à ce type d'étude en raison, nous l'avons vu précédemment, de la diversité des changements hydrologiques de la Charente –crues importantes, étiages, influence de la marée– de la vitesse relative de la sédimentation et de la grande sensibilité des sédiments fluviaux, en général, aux perturbations provoquées par l'Homme. L'approche géo-archéologique s'est faite à des échelles différentes afin de rendre compte à la fois des contraintes de la navigation aux époques anciennes, des modifications engendrées par l'épave sur le site et de l'évolution du paysage. La première approche, à l'échelle de l'axe longitudinal et de la largeur du lit de la Charente, a déjà été décrite (cf. § 2.1.4.1). Les lignes qui suivent permettent d'aborder les procédés de remplissage et de recouvrement de l'épave à l'échelle des coupes stratigraphiques réalisées sur le site.
- 36 Cette approche, conduite à la fois sous l'angle de l'architecture navale et sous celui des contraintes opérées sur l'environnement par le bateau échoué, est une orientation nouvelle en archéologie navale, sans pour autant être pionnière. La fouille de *l'Invincible*, vaisseau de 74 canons (1744-1758), par exemple, a fait l'objet d'une recherche ayant intégré dès les premières campagnes un programme de reconnaissance géophysique développé par le département de Géologie de l'université de Southampton (Quinn, Adams 1998). L'objet de cette étude menée par des équipes britanniques était de proposer une interprétation du site et de sa formation d'une part, et d'observer son évolution pendant les vingt-six mois de fouille d'autre part. Outre les informations livrées sur les changements géomorphologiques, ce programme a permis d'apprécier l'extension du site archéologique. Sans avoir des moyens identiques ni des problématiques tout à fait semblables, l'étude qui a été réalisée à Port Bertheau II rejoignait, dans ses grandes lignes, celle de Portsmouth.

2.3.1 Les problèmes de stratigraphie

2.3.1.1 Le choix et les méthodes

- 37 Les huit coupes stratigraphiques effectuées à l'intérieur et à l'extérieur de l'épave ont livré des informations sur l'activité hydrologique de la Charente pour les périodes qui se situent entre son échouage et son recouvrement par les sédiments.
- 38 Le fond du fleuve est actuellement composé d'une couche hétérogène associant pierres, gros graviers, et céramiques roulées et concrétionnées. Les coupes stratigraphiques ont montré la présence d'un sédiment, le bri*, se situant juste sous cette couche de surface.

Il s'agit d'un sédiment riche en calcaire d'origine fluviatile, étalé sur la plate-forme continentale lors des bas niveaux marins quaternaires, puis repris par la transgression flandrienne qui l'a déposé au fond des baies abritées (Regrain 1980 : 288 et suiv.). Rappelons que les travaux menés dans les années 1970 par R. Regrain ont mis en évidence pour le bri trois phases principales de sédimentation : une sédimentation grossière caractérisant la période Atlantique, une sédimentation fine caractérisant le Subboréal et le début du Subatlantique, et une sédimentation très fine, datée du premier millénaire de notre ère au cours duquel la stabilité du niveau marin est à l'origine d'une sédimentation assez peu importante en milieu calme.

- 39 Des coupes stratigraphiques ont ainsi été effectuées à chaque campagne de fouille lors des décapages du remplissage de l'épave. Ces observations, habituelles lors de la fouille de sites terrestres, s'avèrent des opérations complexes en milieu fluvial. La turbidité du fleuve, alliée à un courant parfois fort, même à une profondeur de 7 m, rend difficile la collecte des données géomorphologiques. Les premières observations de ces coupes stratigraphiques révèlent la présence de couches mêlant bri, brindilles et sable qui témoignent de la séquence d'abandon de l'épave. La finesse des informations fournies par la lecture de ces stratigraphies conduit à proposer une trame interprétative de l'histoire du bateau en tant qu'épave. Cependant les calages chronologiques restent imprécis puisqu'aucun matériel datable n'a été retrouvé dans ces couches.

2.3.1.2 L'accumulation des sédiments dans l'épave

- 40 Trois coupes témoignent du remplissage de l'épave. Il s'agit des coupes 126, 147 et 150 (**fig. 20**). La coupe 150 se situe à 5,15 m du gabarit transversal d'origine AB. Elle mesure 2,92 m de long et 0,65 m de haut (**fig. 21**). Elle se situe à l'intérieur de l'épave et les couches viennent buter, en rive gauche, contre le bordé du bateau. On distingue, de bas en haut, une longue séquence de couches déposées horizontalement qui se présente sous la forme d'un feuilleté agencé en une alternance de 19 couches de bri et de sable (de 0,02 à 0,05 m d'épaisseur chacune) formant ensemble une hauteur de 0,55 m. Ce dépôt (US 1008) témoigne d'une sédimentation qui s'est faite dans un environnement hydrologique très calme. Cet ensemble de couches horizontales est recoupé par l'US1023 (-4,55 à -4,65 m NGF) puis par les US1024 à 1030 (-4,52 m à -4,65 m NGF) dont le pendage, bien marqué dans la partie proche du bordé rive gauche, évoque un creusement des premiers dépôts.

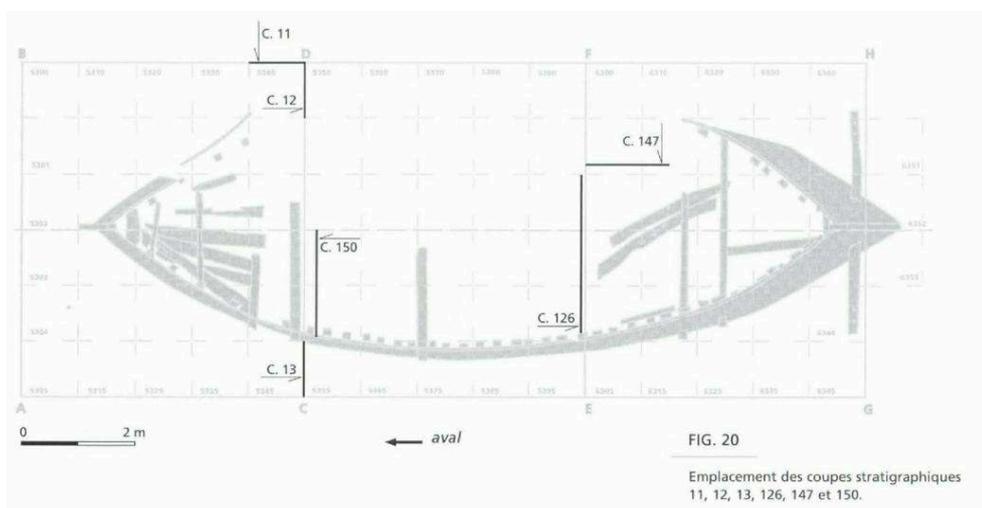


FIG. 20 – Emplacement des coupes stratigraphiques 11, 12, 13, 126, 147 et 150.

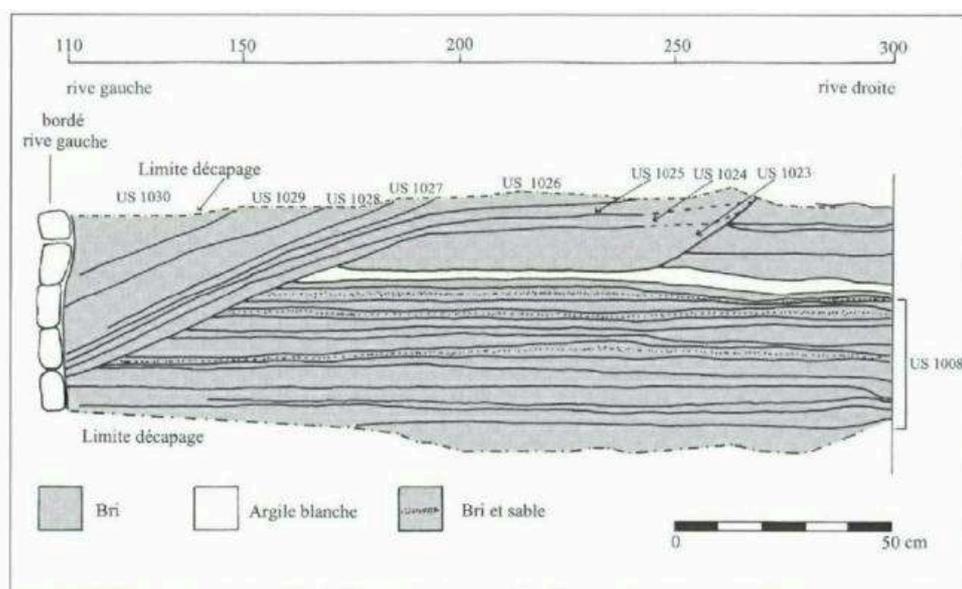


FIG. 21 – Coupe stratigraphique 150.

- 41 Les mêmes observations relatives à un éventuel creusement des couches ont pu être faites sur la coupe 126 (**fig. 22a**). Cette coupe se trouve à 0,10 m en aval de la barre transversale EF, c'est-à-dire à 9,90 m du gabarit transversal d'origine AB. Elle s'étend sur 3,10 m de long et 0,60 m de haut. Elle est donc séparée de la coupe 150 par 4,75 m. On y retrouve la même séquence de dépôts horizontaux superposant en alternance bri et sable. Le même type de creusement est signalé par les pendages marqués des couches 1022 à 1017. Ces deux indices –dépôts horizontaux puis creusement recouvert ensuite par les sédiments– méritent d'être observés. On distingue, de bas en haut :
- les couches 1017 à 1022, marquées par une alternance de bri, sable/bri, sable (niveau sup. : -4,64 m NGF) ;
 - la couche 1008 qui est un sédiment homogène (-5,18 m à -5,30 m NGF) ;
 - la couche 1010 qui évoque une coulée résultant sans doute d'une fracture, d'un démontage ou d'un arrachage du bordé rive droite (-4,80 m à -5,18 m NGF).

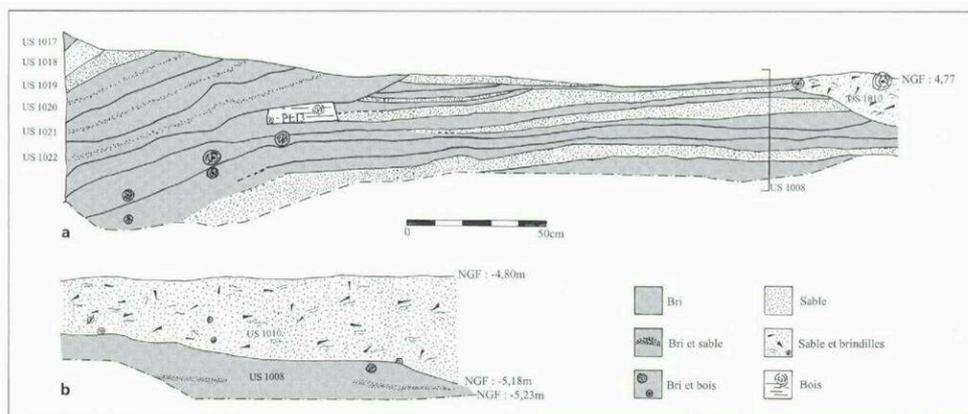


FIG. 22 – Coupes stratigraphiques à l'intérieur de l'épave : **A** coupe 126, **B** coupe 147.

- 42 La coupe 147 (**fig. 22b**) se situe à une distance de 10 à 11,40 m du gabarit transversal d'origine AB, à 1,80 m de l'axe BDFH, dans les carrés 6301 et 6311, et mesure 1,40 m de long sur 0,40 m de haut. Elle est perpendiculaire à la coupe 126 et révèle un pendage de l'aval vers l'amont des US1008 et 1010.
- 43 La coupe 12 (**fig. 23**) se situe sous le gabarit CD. Elle montre de bas en haut :
- une couche sableuse (US 1004) qui compose le fond de la Charente (-5,12 m NGF) ;
 - une couche de bri grise homogène et d'aspect collant de 40 cm d'épaisseur (US1003, de -4,71 m à -4,89 m NGF). Cette coupe évoque le remplissage particulier lié à la fracture du bordé en rive droite. On y décèle notamment le pendage de l'US 1003 qui se démarque du dépôt horizontal de l'US1004.

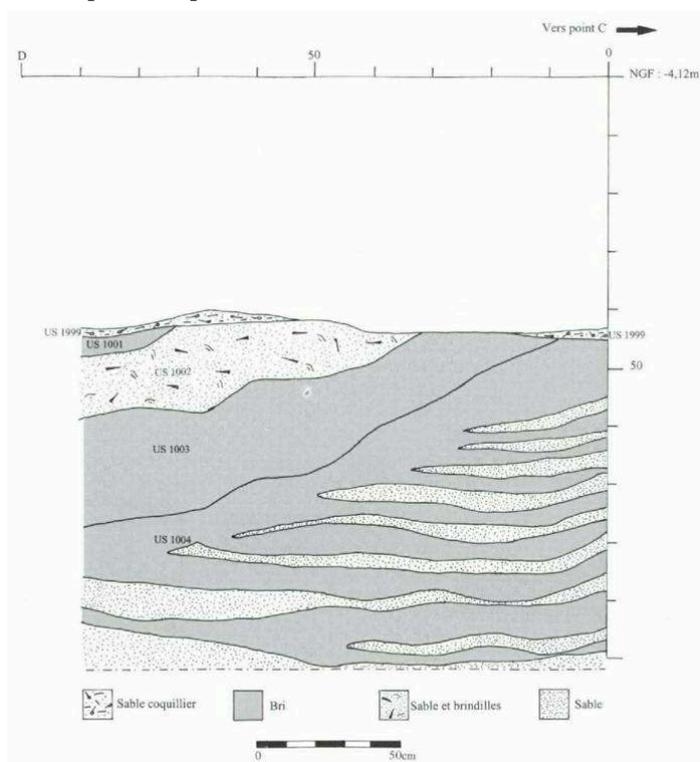


FIG. 23 – Coupe stratigraphique 12.

- 44 Outre le relevé stratigraphique, une observation minutieuse des sédiments a été effectuée lors des décapages. À l'intérieur de l'épave, dans les carrés 5393 et 5394,

l'US1008 contient de nombreux bois flottés : sous la forme de brindilles de bois (de 7 à 10 cm de long) déposées dans le sens du courant, de brins de pailles, de petites branches (70 cm de long, 3 cm de diamètre) ou de longues branches, ces bois se situent systématiquement à la hauteur de -4,70 m NGF. La même observation a été faite sur d'autres coupes stratigraphiques. Ces rondins ou ces branches semblent donc bien caractériser un événement particulier à relier avec une séquence hydrologique de crue.

- 45 Un autre événement à analyser est la présence d'une couche particulière, US 1006, dans le remplissage de l'épave. Le décapage de la zone amont a laissé apparaître une couche de bri comportant des éléments en bois hétérogènes par leurs dimensions, constituée d'une petite planchette travaillée (**fig. 24a**), de brindilles et de trois petits copeaux. Le premier (n° inv. 1006.8) (**fig. 24b**) présente trois enlèvements ; l'écorce encore existante est composée de nombreuses rugosités profondes ; des cernes bien nettes sont visibles (6 cernes sur un des enlèvements et 4 sur un autre) ; il mesure 12,5 cm de long sur 3 cm d'épaisseur. Le second (n° inv. 1006.9) (**fig. 24d**), sans écorce ni aubier, possède deux enlèvements ; les cernes sont bien visibles ; il mesure 6 cm de long pour une épaisseur de 1 cm. Enfin, le dernier (n° inv. 1006.10) (**fig. 24c**) est en bois blanc et ne présente qu'un seul enlèvement ; il mesure 5 cm de long pour 0,7 cm d'épaisseur. Il est difficile de savoir si ces copeaux ont un lien direct avec l'épave, mais leur présence signale un événement dont la compréhension nous échappe. Sont-ils à rattacher à une tentative de renflouement de l'épave ou de réparation du bateau ? Cette même couche a livré des éléments de céramique intéressants : sept fragments de *tegulae* d'époque augustéenne (**fig. 25**), un fragment de céramique du haut Moyen Âge à pâte gris-noir (cuisson réductrice) et gros dégraissant siliceux, présentant des stries grossières de tournage et des traces d'utilisation au feu (n° inv. 1006.16), un bord de céramique (n° inv. 1006.23) appartenant à un pot à cuire en céramique à pâte grise et dégraissant siliceux, qui semble se rattacher à une tradition du haut Moyen Âge.

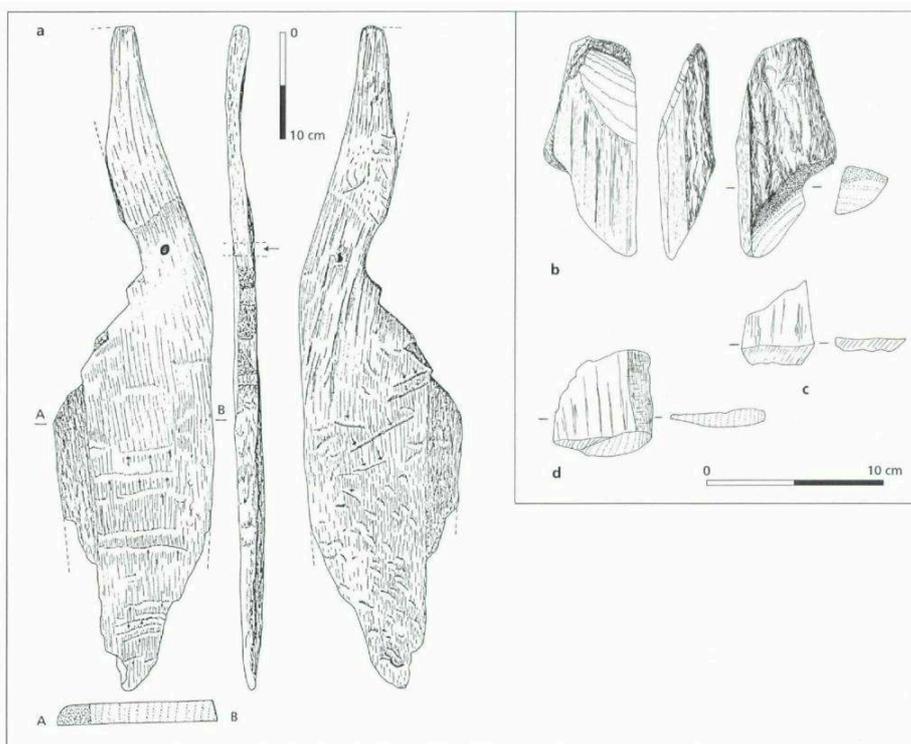


FIG. 24 – US1006 : **A** planchette, **B-D** copeaux.

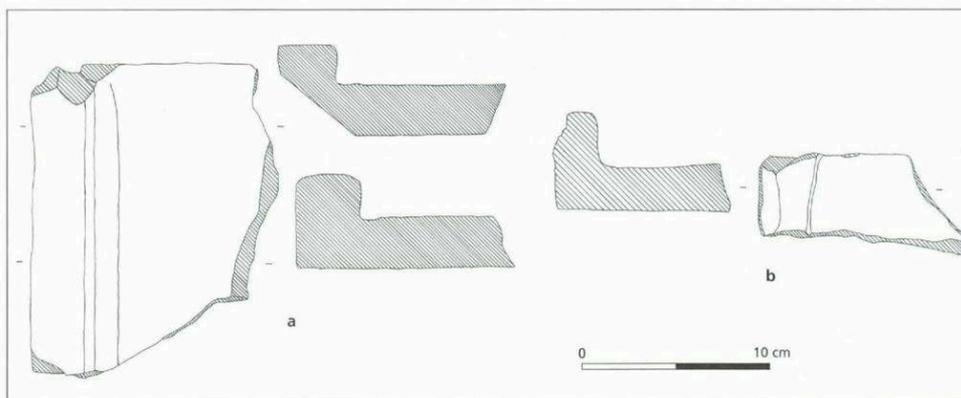


FIG. 25 – Couche de surface : **A-B** fragments de *tegulae*.

2.3.1.3 Les relevés stratigraphiques à l'extérieur de l'épave

- 46 De nombreuses observations ont également été faites lors de la fouille de l'extrémité amont de l'épave. Lors de ces décapages, qui ont affecté les carrés 6331 et 6332, 6341 et 6342, 6351 et 6352, de nombreux branchages et rondins, orientés dans le sens du courant, légèrement en oblique, sont venus buter contre la face extérieure du bordé de l'épave. De cet ensemble de bois flottés se distinguent cinq grands éléments (planche et pièces travaillées) qui témoignent d'un événement à mettre en relation, peut-être, avec une tentative de récupération de l'épave à une période inconnue. Un rondin notamment, enfoncé profondément à la verticale (de -4,80 m à -5,64 m NGF) sous la branche rive droite du support du gouvernail TRV10, reste difficilement explicable en dehors de cette hypothèse. Au niveau des carrés 6342 et 6343 fut dégagée une accumulation de bois ronds piégés par le bordé. Ces bois étaient tous pris dans une couche de bri (US1016). Celle-ci, homogène sur une très grande hauteur (1,24 m), est constituée de sédiments à prépondérance argileuse et à l'aspect collant. Elle n'est interrompue que par des apports végétaux sous la forme de rondins ou de petites branches. La formation sommitale de la couche ne présente pas de différences sensibles avec l'ensemble de l'épaisseur de la couche. La couche 999 est venue la recouvrir directement. Cette homogénéité de la granulométrie résulte sans doute de dépôts effectués dans un environnement hydrologique très calme, pratiquement sans écoulements, pendant un temps relativement long, aucune séquence granulométrique médiane ou grossière ne venant interrompre ce dépôt. Cet apaisement de l'activité hydrologique de la Charente, qui s'est produit entre l'échouage de l'épave et son recouvrement, a ensuite été interrompu par une reprise des écoulements pouvant mobiliser des sables (US 1017), puis par un écoulement plus important encore (US1999) transportant des céramiques concrétionnées provenant du site portuaire de Port Berteau.

2.3.2 Les carottages

- 47 Afin d'obtenir des données sur les formations sédimentaires particulières au site de Port Berteau II, cinq carottages ont été effectués dans le cadre de l'étude géo-archéologique. Les carottes ont été prélevées par Patrick Grandjean,

Etienne Champelovier et Jean-François Mariotti à l'aide de tubes en PVC de 0,10 m de diamètre, longs de 1 m à 1,30 m.

48 Deux campagnes de carottages ont été menées sur le site, en 1993 et 1997.

2.3.2.1 La campagne 1993

49 Elle s'est concentrée autour de l'épave sur deux profils transversaux (profil transversal 10 et profil transversal 6) (cf. fig. 13). Sans avoir atteint un niveau d'investigation suffisant pour que nous ayons une compréhension d'ensemble du site, les carottages de la première campagne ont permis, cependant, de situer différents ensembles sédimentaires à des niveaux sensiblement identiques à ceux du remplissage de l'épave, soit entre 4,62 m et 5,05 m NGF. Le carottage réalisé en aval de l'épave a permis d'observer, de bas en haut : une couche homogène de bri grise de 0,70 m à 0,80 m d'épaisseur, sans composants organiques. Le carottage situé en amont a permis d'identifier, de bas en haut : une couche de bri de couleur marron avec des inclusions de pierres, une couche formée de nodules d'argile de 0,05 m de grosseur, un mince lit organique de 0,02 m à 0,03 m d'épaisseur et une couche de bri plus souple de 0,10 m à 0,14 m d'épaisseur composée de brindilles tassées.

2.3.2.2 La campagne 1997

50 En collaboration avec Marie-Françoise Diot, trois carottages ont été réalisés à l'intérieur de la zone de fouille (cf. annexe 3). Cette deuxième campagne a permis de reconnaître la sédimentation antérieure au dépôt de l'épave, la situant ainsi chronologiquement dans l'histoire, plus vaste, du milieu fluvial de la Charente.

51 Les trois carottes C1, C2 et C3 ont été prélevées sur le site à des endroits sélectionnés : C1, carré 5370 ; C2, carré 6361 ; C3, carrés 5364/5374. Si toutes trois ont été étudiées, seule C2 a fait l'objet d'une datation de l'un de ses composants organiques. L'intérêt majeur de cette datation réside dans la position du bois prélevé par rapport à l'épave. En effet, la carotte, de par sa localisation à 1,50 m en amont de la pièce d'étambot, a traversé les couches sédimentaires sans heurter l'épave, atteignant ainsi les niveaux antérieurs. Son observation permet ainsi une confrontation des données stratigraphiques et sédimentologiques. Les différents types d'alluvions argileuses montrent la succession de six séquences que l'on peut regrouper schématiquement en trois périodes : avant le dépôt de l'épave, pendant l'événement provoquant la perte du bateau et après l'échouage de l'épave. L'analyse détaillée des six séquences révèle la succession suivante :

- séquence 1 (avant le dépôt de l'épave) : la carotte présente sur 0,45 m de haut un faciès fin où le bri gris est homogène ; il s'agit d'un niveau argileux contenant de rares bois flottés ;

- séquence 2 : cette sédimentation est marquée par une rupture nette, à 5,40 m NGF, qui semblerait correspondre à un niveau de crue ;

- séquence 3 (après le dépôt de l'épave) : la carotte présente une sédimentation qui reflète un régime fluvial lent dont les dépôts se caractérisent par une forte pente, de la droite vers la gauche, correspondant à l'inclinaison provoquée par l'épave ;

- séquence 4 : elle est marquée par une couche révélant des lits horizontaux en feuilletés - dix lits argileux sur une épaisseur de 0,12 m- ; l'épave, échouée et fracturée, se remplit d'un sédiment constitué de bri et de sable ; le débit est calme voir nul ;

– séquences 5 et 6 : les deux dernières séquences révèlent une accumulation récente et lâche composée de débris grossiers, correspondant au recouvrement de l'épave.

- 52 À la lecture de cette stratigraphie, et en fonction des problématiques formulées, il a semblé judicieux de procéder sur la carotte C2 à une datation du bois flotté se trouvant dans la couche antérieure au dépôt de l'épave, soit vers -5,59 m NGF. Son résultat, proche de nos attentes et présenté de façon complète en annexe (cf. annexe 3, § 3.2), a permis de confirmer nos hypothèses sur le milieu fluviatile en Charente pour le haut Moyen Âge.
- 53 La datation ¹⁴C avancée pour le bois flotté le situe vers 534 ap. J.-C. Ainsi, soixante années le séparent de l'épave. Que s'est-il passé pendant cette période ? Au regard des informations sédimentologiques, on peut supposer que le fleuve a connu un régime régulier, avec un débit relativement élevé. Le caboteur a donc pu évoluer dans un environnement fluvial propice à la navigation. La rupture précise et bien observable à -5,40 m NGF marque sans doute un niveau de crue (présence de graviers et de bois flottés), et confirme ainsi l'hypothèse d'une montée des eaux provoquant le glissement du bateau vraisemblablement échoué sur la berge à ce moment-là –en hivernage ou pour des réparations. Ce niveau de crue est compatible avec l'ensemble des relevés stratigraphiques effectués sur le site de Port Berteau II, et marque ainsi de façon claire l'événement qui a présidé à la formation du site.

2.3.3 Le processus d'enfouissement

- 54 L'ensemble de ces relevés et observations stratigraphiques témoignent de plusieurs séquences que nous pouvons interpréter de la manière suivante. Le caboteur, peut-être en réparation ou en hivernage en rive droite sur le bord de la Charente (**fig. 26a**), a glissé puis est venu s'immobiliser définitivement sur un fond de sable, recouvert rapidement par une remontée des eaux (**fig. 26b**). L'épave, comme en témoigne l'excellent état des têtes de clous en contact avec le bois, a été peu à peu ensevelie sous un sédiment très fin qui se présente sous la forme d'un feuilleté de sable et de bri sur une hauteur de 0,65 m, ne provoquant aucune altération du mobilier métallique. Ce recouvrement s'est sans doute fait en plusieurs étapes. Dans un premier temps (**fig. 26c**), l'épave, peut-être intégralement conservée, se présentait sur le fond de la Charente comme une coquille fermée mais vide. Dans ces conditions, seul un sédiment très fin pouvait y pénétrer. Dans un second temps (**fig. 26d**), le fond de la carène* a été sans doute arraché ou démonté, le bordé en rive droite fracturé, provoquant le dépôt d'une nouvelle couche, US 1010, qui apporte avec elle de nombreux débris végétaux (**fig. 27**). Un troisième événement est alors survenu : un creusement (pour une éventuelle récupération d'objets ou de pièces de charpente), dont la trace est bien notée sur les coupes 126 (cf. **fig. 22a**) et 150 (cf. **fig. 29**), a été effectué à l'intérieur de l'épave. Lors de cette tentative, la couche 1008 a été creusée sur une hauteur de 0,35 m. Après quoi, les couches supérieures ont épousé la pente et se sont déposées le long de l'évidement, provoquant ce pendage marqué.

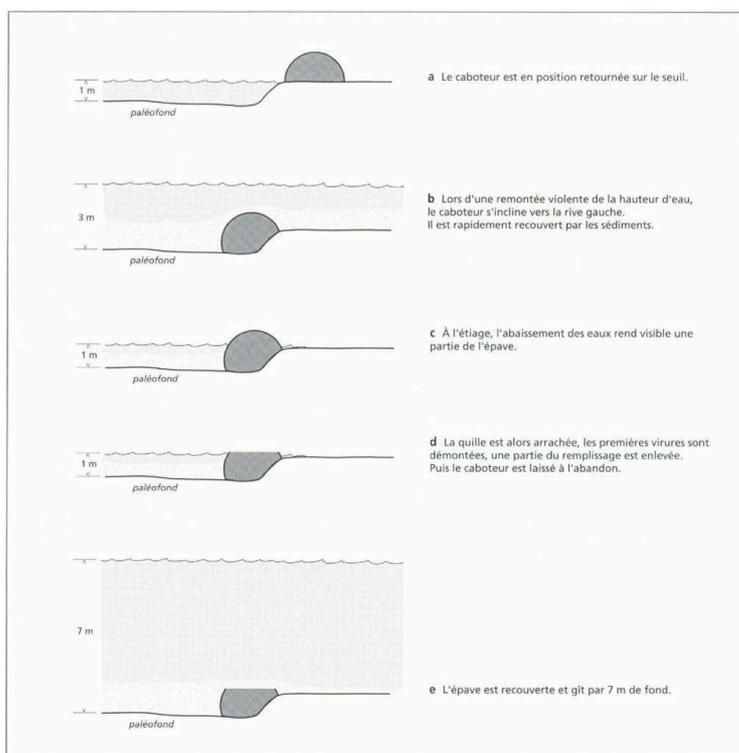


FIG. 26 - Hypothèse sur le processus de recouvrement de l'épave.

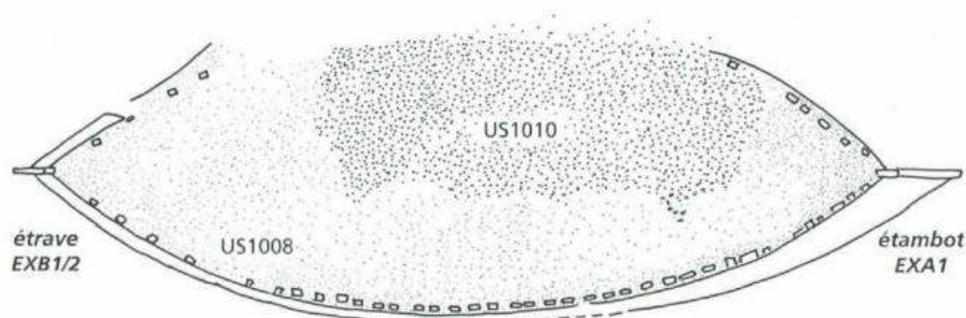


FIG. 27 - Plan schématique du remplissage de l'épave (US1008 et US1010).

55 L'épave de Port Berteau II est originale à plus d'un égard. Premièrement, elle se trouve en position retournée, c'est-à-dire à l'envers, le plat-bord des bordés en contact avec le fond sableux de la Charente ; deuxièmement, elle présente une inclinaison latérale et longitudinale¹¹. La position retournée est difficilement explicable sans considérer l'environnement immédiat de l'épave. Celle-ci, rappelons-le, se trouve pratiquement au milieu du lit actuel de la Charente, dans l'axe du courant. Or l'ancien chenal de navigation était sans doute plus proche de la rive gauche actuelle. Les différents sondages entrepris dans les zones extérieures à l'épave, aussi bien à l'amont qu'à l'aval, ont révélé l'existence d'un petit seuil dans la zone des 25/30 m. Ce seuil, peu perceptible aujourd'hui, a pu être nivelé récemment par le flux de la Charente. Au droit de l'épave, il pourrait correspondre à une grève fossile en pente douce partant de la rive droite. Ainsi, la présence conjointe d'une plage en glacis en rive droite et d'un

chenal de navigation en rive gauche pourrait expliquer le glissement du bateau du seuil vers le chenal plus profond, puis sa stabilisation en position inclinée.

2.4 L'épave, la Charente et le site portuaire : quelles relations ?

- 56 Le dernier aspect qu'il reste à examiner concerne la localisation de l'épave dans la Charente, à 50 m en aval du site portuaire. Serait-elle liée aux seules conséquences malheureuses d'un naufrage ou, au contraire, existerait-il une relation entre sa position et la proximité du port ?
- 57 Dans la première hypothèse, la perte du bâtiment pourrait résulter d'un chavirage à la suite d'une fausse manœuvre, d'un échouage brutal sur un seuil rocheux, d'une collision avec un autre bateau ou d'un heurt violent contre une pile du pont antique de Saintes... Dans le contexte d'une crue, ces différents accidents pourraient avoir provoqué d'importants dommages à la coque, arrachant une partie du fond ou brisant un flanc. Coulant en amont de Port Bertheau, le caboteur se serait finalement fixé, coque retournée, sur le fond de la Charente au terme d'une dérive plus ou moins longue. La perte du bâtiment au niveau de Port Bertheau semblerait en revanche devoir être écartée. Même si l'on se place dans le contexte de hautes eaux résultant d'une crue du fleuve, il paraît difficile en effet d'expliquer techniquement le retournement rapide d'une coque en grande partie non pontée dans quelques mètres d'eau et son échouage tout aussi rapide sur le fond de la Charente. En outre, dans le cas d'un processus d'immersion aussi court, des vestiges de l'équipement du bateau –gouvernail et mât notamment–, voire de sa cargaison s'il avait été chargé, auraient très probablement été conservés, vestiges que la fouille n'a nullement fait apparaître.
- 58 Dans la seconde hypothèse, celle d'une localisation non fortuite de l'épave à proximité immédiate du site portuaire, le problème de la perte du bâtiment se pose en des termes très différents. D'une part, l'absence de toute trace d'équipement et de cargaison pourrait être le signe d'un état de désarmement volontaire du caboteur. Cette situation expliquerait, par exemple, qu'aucun élément mobile du système de direction n'ait été retrouvé associé au support de gouvernail TRV10, qu'aucune pièce du gréement* n'ait été découverte au niveau du bau* traversant TRV5 ou du taquet* SER1, ou qu'aucun vestige de l'équipement de bord n'ait été localisé. D'autre part, cet état de désarmement pourrait être lié à une phase de réparations ou d'hivernage du bâtiment le long de la rive droite du fleuve, à peu de distance du port. Dans l'hypothèse de réparations, la présence, dans un des trous de l'extrémité bâbord de la pièce TRV10, d'une gournable* ne présentant aucune trace d'usure ni d'utilisation pourrait être interprétée comme l'indice d'un travail en cours sur la coque. Pour mener à bien une intervention sur les fonds de la carène par exemple, ou pour protéger l'intérieur du bateau dans le cas d'un hivernage, la coque pourrait avoir été retournée et maintenue par des accotes*. Ne pourrait-on pas imaginer, à la suite d'un accident (rupture d'un accore) ou d'une crue brutale¹², un déplacement puis une stabilisation de la coque renversée sur le fond de la Charente à quelques mètres de son emplacement sur la grève ? Dans ce contexte d'accident, des dommages importants occasionnés à la coque ne seraient pas illogiques. Ce scénario rejoindrait les conclusions de l'étude du processus de formation de l'épave, qui met en évidence la présence sur la rive droite d'une grève en glaciaire favorable à son glissement vers le chenal de navigation et l'existence d'une phase de crue (cf. **fig. 26b**).

Cette hypothèse avancée, il reste à expliquer quelle raison aurait pu conduire les propriétaires de ce bateau à le faire hiverner ou réparer en ce point de la Charente.

- 59 L'important gisement de céramiques marquant l'emplacement du port est constitué de pièces qui majoritairement datent, pour les plus anciennes, du XIII^e s. et, pour les plus récentes, du XVIII^e s. (Chapelot 1975). Les débuts de l'activité du port comme lieu d'embarquement des productions des ateliers de céramiques sont donc très postérieurs à la perte du bateau de Port Bertheau II.
- 60 Cependant, la présence au niveau du port médiéval, à une quinzaine de mètres de la rive droite actuelle, d'une grande pirogue monoxyle –elle mesure 12,80 m de long– pourrait être le signe d'une activité portuaire antérieure à celle spécialisée dans les chargements de céramiques (Rieth 1979 ; 1983). En effet, cette pirogue est datée, par mesure d'âge au ¹⁴C, des années 665-1015 ap. J.-C. Par ailleurs, elle repose à plat, dans le sens du courant, selon une orientation similaire à celle du chaland monoxyle-assemblé d'Orlac dont la construction est datée des années 1021-1042. À la différence des autres épaves¹³, toutes localisées vers le milieu du lit mineur actuel du fleuve, la pirogue de Port Bertheau I et le chaland d'Orlac se trouvent à la périphérie du lit mineur, qui limite le bas de la berge médiévale. Cette position semblerait correspondre dans les deux cas à un état d'abandon, selon une pratique qui, au demeurant, est encore attestée de nos jours. Dans le cas de la pirogue de Port Bertheau, une donnée supplémentaire est à considérer : quatre pieux, non datés, dont l'un avait perforé le fond de l'embarcation, étaient disposés dans l'alignement de la pirogue. Il est vraisemblable que ces pieux, qui étaient associés à des fragments de planches et des clous, correspondaient à un appontement construit après l'abandon de l'embarcation monoxyle et destiné vraisemblablement à l'embarquement des céramiques. Au regard de cette relation entre la position d'abandon de la pirogue et l'emplacement des vestiges portuaires postérieurs, on est en droit de s'interroger sur l'éventuelle existence en rive droite d'un site plus ancien de même activité. Dans cette hypothèse d'une fréquentation précoce du site, le halage de la coque du caboteur sur la berge pour effectuer des réparations ou pour son hivernage, ne semblerait pas incohérent. Une interrogation demeure : celle des raisons du choix de cet emplacement. Port Bertheau était-il déjà le point de liaison privilégié –parce que le plus proche de Saintes– entre la rive droite et l'arrière-pays en plus d'être un point de traversée du fleuve ? Rappelons à ce sujet que, bien après la fin des activités portuaires¹⁴, un bac a fonctionné. Ce n'est en effet qu'en 1963 que le passage entre les deux rives fut abandonné. Ce point de traversée existait-il avant le XIII^e s ? Une dernière donnée est à examiner. À partir de l'analyse de quarante épaves datées du IX^e au XIII^e s. et situées le long du littoral du sud-est de la Norvège, de l'ouest de la Suède, du Danemark et de l'Allemagne du nord, O. Crumlin-Pedersen a mis en évidence la relation existant entre la localisation des épaves de bâtiments de commerce et l'emplacement de sites de ports naturels, « *most frequently in association with contemporary settlements or beach market-places* » (« en association la plupart du temps avec des établissements contemporains ou une plage qui tenait lieu de marché ») (Crumlin-Pedersen 1985 : 221 et suiv. ; 1991 : 70). Il ajoutait : « *there is most often some meaningful connection between the ship and contemporary activities near the place where it was wrecked* » (« il existe le plus souvent des relations significatives entre le navire et des activités contemporaines localisées à proximité de la zone où il a fait naufrage ») (Crumlin-Pedersen 1997 : 13). Cette interprétation ne pourrait-elle s'appliquer au cas de l'épave du caboteur de Port Bertheau II ? Dans ce cas, le site de Port Bertheau ne serait-il

pas un parfait exemple de ce que C. Westerdahl nomme un « *maritime cultural landscape* » (*maritime* au sens large de *nautique*), c'est-à-dire un lieu utilisé sur la longue durée par les usagers du fleuve (Westerdahl 1992) ?

NOTES

1. DDE de la Charente-Maritime, subdivision de Rochefort, Hydrologie maritime. Nous tenons à remercier M. Perraud, chef de subdivision, des informations qu'il a pu nous transmettre.
2. En prenant le site de Pierre Menue (PK96) jusqu'à la commune de Bussac (PK32).
3. Voir à ce propos le chapitre de J. Chapelot « L'aménagement de la Charente du Moyen Âge à nos jours » (Chapelot, Rieth 1995 : 112 et suiv.) et plus particulièrement le sous-chapitre « Hydraulique » (Chapelot, Rieth 1995 : 114).
4. Le terme de *prée* s'emploie de la Saintonge à la vallée de la Loire pour désigner l'ensemble des prés qui bordent une rivière ou un fleuve. Le terme de *rivière* est utilisé en Saintonge pour désigner les prairies avoisinant un cours d'eau (Lachiver 1997 : 1368).
5. La pente hydrographique règle la vitesse de l'eau dans le chenal, la vitesse de l'onde de crue, de montée du flot, donc le temps de réponse du cours d'eau à un événement climatique. Elle règle également la profondeur du courant ou tirant d'eau (Lambert 1996 : 98).
6. Profil en long de Saintes à L'Houmée, rivière La Charente, levée de juillet 1995. Document DDE de Charente-Maritime (1998).
7. Les biefs les plus envasés y sont identifiés par leur point kilométrique, soit PK33 (chemin de Bussac), PK35 (La Grande Porte), PK40 (Taillebourg), PK42 (Port d'Envaux) et PK60 (L'Houmée).
8. Cet envasement s'est produit en amont du barrage de Saint-Savinien où s'est effectué un colmatage fluvial inévitable.
9. Cette position est liée au processus de formation de l'épave.
10. Une forme similaire a été découverte lors de la fouille du site portuaire (Chapelot 1975 : 79).
11. Dans le plan transversal, les relevés des altitudes des planches formant le plancher du pont avant (PLP1-PLP8) ont mis en évidence un pendage marqué de certaines pièces (cf. fig. 30). L'extrémité aval de la planche PLP6, par exemple, se trouve 8 cm plus haut que son extrémité amont. Ce pendage du pont est confirmé par le relevé des altitudes des planches PLP5 (4 cm de différence entre l'aval et l'amont), PLP7 (5 cm) et PLP8 (8 cm). La pente semble s'accroître, pour l'ensemble du plancher ainsi que pour le bordé rive gauche, entre 3 m et 3,50 m à partir du gabarit transversal d'origine AB, c'est-à-dire au-delà du barrotin* TRV2. Dans le plan longitudinal, en revanche, les coupes stratigraphiques n'ont pas fait apparaître de données permettant d'expliquer cette inclinaison longitudinale des vestiges de la coque, pourtant bien attestée archéologiquement.
12. B. Clavel (Clavel 1971 : 307), dans son beau et très documenté roman consacré à la batellerie du Rhône, évoque une telle situation : « Les chantiers où l'on construisait les bateaux faisaient penser au déluge... Les bateaux commencés s'en allaient à la dérive ; ils s'emplissaient d'eau, roulaient entre les obstacles avant de gagner le gros du courant ».
13. Il s'agit essentiellement de pirogues monoxyles.
14. Tout au moins des opérations liées au chargement des céramiques.

RÉSUMÉS

De nos jours, la Charente est un fleuve doté de différents aménagements dont le plus important est le barrage de Saint-Savinien situé à 17 km en aval du site. Au niveau de l'épave, la profondeur est aujourd'hui de 7 m. La largeur du lit mineur est d'environ 45 m. Le chenal d'étiage, décentré, se trouve à une dizaine de mètres de la rive gauche, basse et abrupte. La rive droite, au versant escarpé, présente une grève sédimentaire en pente douce. Le profil longitudinal du lit mineur, étudié sur une longueur de 150 m, met en évidence un relief plat, sans accidents topographiques majeurs. Dans l'hypothèse probable d'une hauteur d'eau antérieure à la construction du barrage moderne de Saint-Savinien comprise entre 1,50 m et 2 m, le profil des berges se modifie. La rive gauche, d'anthropisation récente, prend alors l'aspect d'une grève sédimentaire ; celle de droite, en revanche, évolue moins et conserve un tracé doux en glaciais.

L'hypothèse d'une rive droite pratiquement sans eau jusqu'au centre du lit actuel n'est pas à écarter. Dans ce cadre fluvial recomposé, le lit mineur ancien se situe en rive gauche, où est localisée l'épave.

Compte tenu de la proximité du site portuaire de Port Bertheau, une étude du dépôt de céramiques recouvrant l'épave a été réalisée. L'essentiel du mobilier, provenant de la couche de surface formée de sable coquillier, se compose de céramiques régionales identiques à celles trouvées lors de la fouille du site portuaire. Deux ensembles principaux –en raison de leur importance numérique et de leur poids– se détachent : un groupe composé de pièces des XIII^e-XIV^e s. et un autre constitué de pièces du XVIII^e s. La majeure partie des céramiques médiévales semble avoir été déposée sur le site de Port Bertheau II à la suite de crues. Pour les pièces d'époque moderne, il est très probable qu'elles proviennent, pour une large part, de pertes accidentelles et de pièces défectueuses rejetées à l'eau.

Une autre dimension importante de la connaissance du site fluvial concerne le processus de remplissage et de recouvrement de l'épave. Les coupes stratigraphiques, effectuées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'épave, et les observations sédimentologiques provenant d'une série de carottages (Centre national de Préhistoire, Périgueux) ont fait apparaître en particulier un niveau inférieur, antérieur à celui où est inscrite l'épave. Ce niveau contenait un bois flotté se situant, selon une mesure d'âge au radiocarbone, vers 534 ap. J.-C. Sont apparus également un niveau intermédiaire de crue susceptible d'être associé à la perte du bâtiment et un niveau supérieur marqué par un creusement du remplissage de la coque fracturée. D'origine probablement anthropique, ce creusement pourrait correspondre à une tentative de récupération d'équipement ou de pièces de charpente du bateau.

Au regard des résultats de l'étude du site fluvial, il semblerait que le bâtiment, en hivernage ou en réparation sur la rive droite de la Charente, à proximité du port, ait été emporté par une crue au début du VII^e s. Dans cette hypothèse se pose la question de l'existence d'un lieu de réparation ou d'hivernage antérieur au fonctionnement du port comme point d'embarquement des productions de céramiques issues des ateliers de la région de Saintes.

In recent times the Charente river has undergone many alterations. The most significant of these was the construction of the Saint Savinien dam, located 17 kilometers downstream from the wreck site, which now lies 7 meters underwater. The normal width of the river is approximately 45 meters. The low-water channel is off-center and located some ten meters from the left bank which is low and steep. The right bank has a sharp incline leading down onto a gently sloping sedimentary shore. A longitudinal section of the riverbed, studied over a distance of 150 meters, shows a flat relief with no major topographical anomalies. Since it is likely that the depth of the river previous to the building of the Saint Savinien dam was between 1.50 and

2 meters, the riverbanks would have presented a different profile. The left bank, where man-made change is recent, would have resembled a sedimentary shore, whilst the right bank would have been little different, that is to say a gently sloping glacis. The idea that the right bank might have extended as far as the centre of the present day river cannot be ruled out. This hypothetical reconstruction suggests that the old river bed would have been closer to the left bank, where the wreck was found.

Given the proximity of the Port Bertheau harbour, research was carried out on the pottery deposit which covered the wreck. Most of the finds, which came from a surface layer of shell-bearing sand, comprise regional pottery identical to that found in excavations of the harbour site. Two pottery groups are of significance in terms of their number and weight. One group is comprised of 13th and 14th century ware, the other of pottery from the 18th century. Most of the medieval pottery would seem to have been brought to the Port Bertheau II site by flood waters. It is likely that a great deal of the modern pottery is the result of accidental loss or intentional disposal of defective items in the water.

Another significant dimension of the information gleaned from the river site concerns the process by which the wreck silted up and was covered over. Stratigraphic sections from both inside and outside of the wreck, together with the study of core samples taken by the Centre National de Préhistoire at Périgueux, have brought to light the presence of a lower layer, older than the one in which the wreck lies. The earlier layer contained a piece of driftwood which radiocarbon dating assigns to approximately the year 534 A. D. Also visible were a middle layer resulting from flooding, which may well be related to the boat's sinking, and an upper layer where the fill of the boat's broken hull had been cut into. The cut, probably man-made, may reflect an attempt to salvage equipment or the ship's timbers.

The results of the river site study suggest that the boat had been carried off by a flood at the beginning of the 7th century whilst either wintering or being repaired on the right bank of the Charente close to the harbour. This hypothesis raises the question of whether a repair and wintering point existed before the harbour came to be used for shipping pottery from the workshops in the Saintes area.

Heutzutage ist die Charente ein mit verschiedenen Strukturen ausgestatteter Fluss, von denen die wichtigste der Staudamm von Saint-Savinien ist, der sich 17 km stromabwärts von der archäologischen Stätte befindet. Das Wrack liegt heute in 7 m Tiefe. Die Breite des Niedrigwasserflussbettes beträgt ungefähr 45 m. Die dezentrierte Niedrigwasserrinne liegt ungefähr zehn Meter vom linken, niedrigen und steilen Ufer. Das rechte Ufer ist steilhängig mit einem sedimentären, leicht abfallenden Strand. Das Längsprofil des Niedrigwasserbettes ist auf einer Länge von 150 m untersucht worden und weist ein flaches Relief, ohne größere topographische Unebenheiten auf. Es ist wahrscheinlich, dass der Wasserstand vor dem Bau des modernen Staudammes von Saint-Savinien zwischen 1,50 m und 2 m betrug; das Uferprofil hat sich dementsprechend verändert. Das linke, erst kürzlich von Menschenhand veränderte Ufer, bietet nun das Bild einer sedimentären Uferböschung, das rechte hingegen hat sich weniger verändert und bewahrt eine leicht abfallende Böschung. Die Hypothese eines, bis in die heutige Flussmitte praktisch wasserfreien rechten Ufers ist nicht auszuschließen. Das alte Niedrigwasserbett liegt in diesem veränderten Flussbett auf der linken Uferseite, dort wo das Wrack geortet worden ist.

In Anbetracht der Nähe des Hafens von Port Bertheau, ist eine Studie des Keramikdepots vorgenommen worden, das das Wrack bedeckt. Der Grossteil der Fundobjekte aus der Deckschicht aus Muschelsand, setzt sich aus regionaler Keramik zusammen, die der entspricht, die im Laufe der Grabung auch im Hafen gefunden wurde. Zwei Hauptgruppen lösen sich – durch ihre Anzahl und ihr Gewicht – aus der Masse heraus: eine Gruppe aus Gefäßen des 13. bis 14. Jh. und eine andere aus Gefäßen des 18. Jh. Der größte Teil der mittelalterlichen Keramik scheint am

Fundort Port Berteau II infolge von Überschwemmungen abgelagert worden sein. Was die Keramik aus moderner Zeit anbetrifft, ist sehr wahrscheinlich, dass es sich überwiegend um zufällige Verluste und schadhafte Stücke handelt, die man absichtlich ins Wasser geworfen hatte. Eine andere bedeutende Dimension der Erkenntnisse aus der Grabungsstätte im Fluss betrifft den Auffüll- und Überdeckungsprozess des Wracks. Die sowohl inner- wie außerhalb des Wracks durchgeführten stratigraphischen Schnitte, und die Sedimentstudien aus einer Serie von Karotagen (Centre national de Préhistoire, Périgueux) haben insbesondere ein tiefergelegenes Niveau aufgezeigt, das älter ist als das Niveau, in dem das Wrack eingebettet liegt. In dieser hat man Treibholz gefunden, das anhand einer Radiokarbonmessung in die Zeit um 534 n. Chr. datiert wurde. Es ist ebenfalls ein intermediäres Überschwemmungsniveau aufgezeigt worden, dem vielleicht der Verlust des Schiffes zugeschrieben werden kann sowie ein höheres Niveau, das sich durch eine Aushöhlung der Auffüllung des geborstenen Wrackrumpfes auszeichnet. Wahrscheinlich anthropogenen Ursprungs, könnte diese Aushöhlung einem Versuch entsprechen, einen Teil der Ausrüstung oder des Schiffsrahmens herauszuholen.

Die Forschungsergebnisse der Grabung im Fluss scheinen zu ergeben, dass das Schiff wahrscheinlich zur Überwinterung oder zur Reparatur am rechten Ufer der Charente, in Hafennähe vor Anker lag und im 7. Jh. von einer Überschwemmung mitgerissen worden ist. In diesem Fall stellt sich die Frage der Existenz einer Reparatur- oder Überwinterungsstätte, die älter wäre als der Hafen in seiner Rolle als Ladepunkt für die Keramikprodukte aus den Manufakturen der Gegend von Saintes.

AUTEURS

CATHERINE CARRIERRE-DESBOIS

Catherine Carrierre-Desbois

Assistante d'études à l'Association pour les fouilles archéologiques nationales

ÉRIC RIETH

Directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisique occidentale de Paris, UMR 8589),
responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

VIRGINIE SERNA

Conservateur au musée national de la Marine

Chapitre 3. L'épave

Éric Rieth, Directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisiologie occidentale de Paris, UMR 8589) et responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

3.1 Position et conservation des vestiges de la coque

- 1 L'épave, orientée dans le sens du courant –l'étrave* vers l'aval–, présente la caractéristique exceptionnelle de reposer à l'envers sur le fond de la Charente (**fig. 28**) à une profondeur moyenne de 7 m. Cette position conjuguée à une hauteur d'eau qui, selon les hypothèses proposées précédemment, était très vraisemblablement beaucoup plus réduite à l'époque de la perte du bâtiment que de nos jours, a provoqué une destruction importante de la partie supérieure des vestiges architecturaux correspondant à la partie basse des œuvres vives de la coque¹. En revanche, profondément enfouie dans le bri, la partie inférieure de la coque, correspondant aux œuvres mortes, est remarquablement conservée alors que, dans la plupart des épaves, elle se trouve détruite². Par ailleurs, le côté de la coque orienté vers la rive droite de la Charente est très partiellement préservé (*cf.* § 2.3.3), tandis que celui qui regarde la rive gauche est conservé, au contraire, sur toute sa longueur, de l'étrave à l'étambot (**fig. 29**).

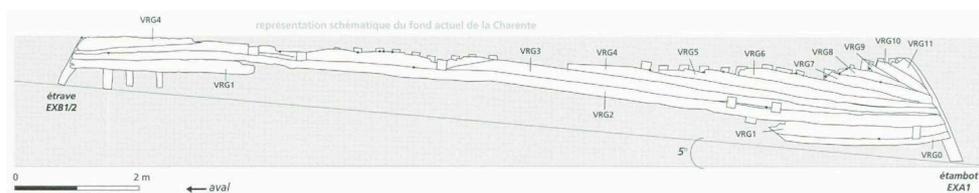


FIG. 28 – Élévation du bordé rive gauche de l'épave.

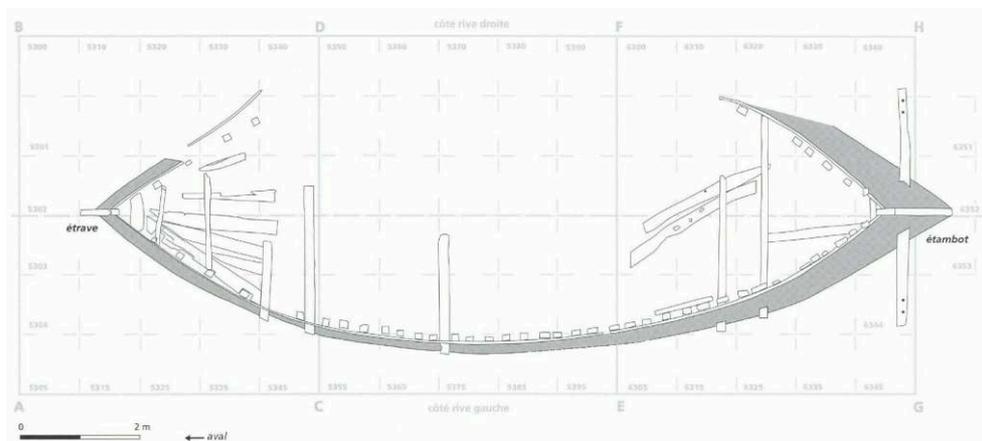


FIG. 29 – Plan de l'épave (1997).

- 2 De la face supérieure de l'étrave (EXB1/2) à la face supérieure de l'étambot (EXA1), la longueur totale conservée de la coque est de 13,10 m. Entre la face inférieure de l'étrave et celle de l'étambot, la longueur totale est de 14,60 m ; la différence de 1,50 m entre les deux dimensions correspond aux élancements* des pièces d'extrémité.
- 3 Dans le plan longitudinal, l'épave possède une légère inclinaison –environ 5– de l'aval vers l'amont, c'est-à-dire à contre-courant, qui se traduit par un enfoncement plus important dans le sédiment de la partie amont de la coque. De cette position dissymétrique résulte une meilleure préservation de la partie amont des vestiges architecturaux. C'est ainsi que l'étambot est préservé sur une hauteur totale de près de 1,70 m et comprend douze virures en place au niveau de son bordé orienté vers la rive gauche. A l'opposé, l'étrave n'est conservée que sur une hauteur totale de 0,75 m et comporte seulement quatre virures en place.
- 4 Dans le plan transversal, les vestiges de la partie aval de l'épave présentent une légère inclinaison (de l'ordre de 4 à 5°) orientée de la rive droite vers la rive gauche. Cette position inclinée est nettement visible au niveau des planches du pont aval, à partir de la planche PLP5 en particulier (fig. 30). Elle s'accroît au niveau de la planche PLP8 située contre la face interne du bordé orientée vers la rive gauche. Dans la partie amont de la coque, cette inclinaison des vestiges s'accroît légèrement. C'est ainsi qu'au niveau du bau traversant TRV7, l'inclinaison, orientée de la rive droite vers la rive gauche, est de l'ordre de 8° (fig. 31). Sur une longueur de bau de 2,14 m (y : de 2,06 m à 4,20 m), la différence de niveau est de 0,31 m (z de la face supérieure du bau : de 0,58 à 0,89 m par rapport au plan de référence horizontal des gabarits).

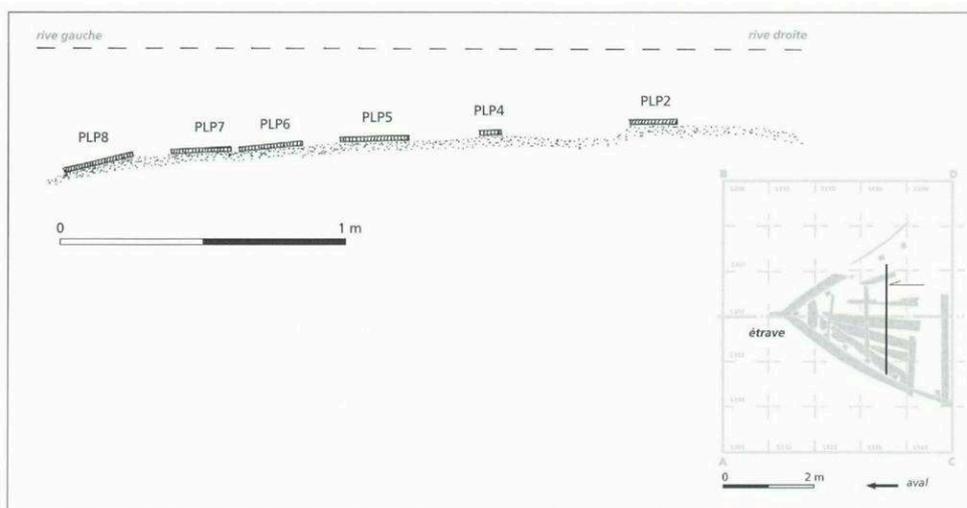


FIG. 30 – Relevé *in situ* des planches du pont aval avant leur démontage.

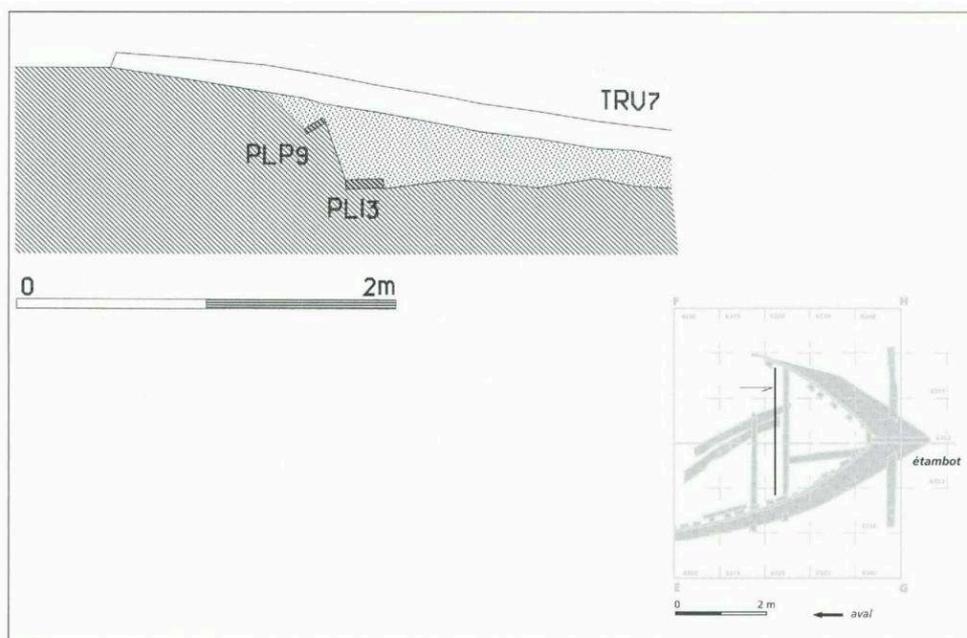


FIG. 31 – Relevé *in situ* du bau traversant TRV7, mettant en évidence l'inclinaison latérale de l'épave.

- 5 Dans sa longueur, la coque présente par conséquent une torsion dans le plan transversal qui, comme son inclinaison longitudinale, est probablement liée au processus de formation et d'évolution de l'épave. Il est à noter que l'inclinaison transversale des vestiges est plus marquée dans la partie amont qui correspond également à la partie la plus inclinée longitudinalement. Pour autant, la cohérence de la charpente n'a pas été affectée par cette double inclinaison.

3.2 Datation

- 6 Comme il n'y a pas, en relation directe avec l'épave, de mobilier archéologique susceptible de fournir des données chronologiques, sa datation a essentiellement reposé sur les analyses dendrochronologiques d'une importante série d'échantillons

prélevés sur la coque (cf. annexe 2). Auparavant, deux mesures d'âge au radiocarbone avaient été effectuées sur des prélèvements des bordés rive droite VRD3 et rive gauche VRG4 réalisés en 1984 et 1986 (GIF-6685, 1360 ± 50 BP ; GIF-7396, 1450 ± 50 BP) qui situaient l'épave dans une large fourchette chronologique comprise entre le IV^e et le VIII^e s.

- 7 Les analyses dendrochronologiques ont porté sur un ensemble de 160 échantillons, 158 en chêne (*Quercus sp.*) et deux en hêtre (*Fagus sylvatica*) dont un taquet de tournage (SER1) et une pièce non identifiée (SU1). Tous les échantillons en chêne provenaient de la seule structure de la coque et avaient été prélevés dans les membrures, les baux, les barrotins, le cordé et les planches du pont. De cet ensemble de prélèvements représentatifs de l'architecture du bâtiment n'ont été retenus, en dernière analyse, que 43 échantillons qui présentaient soit des cernes d'aubier, soit les derniers cernes sous écorce. Leur étude a abouti à l'établissement d'une séquence de valeurs moyennes de 149 années continues, nommée *Moyenne 21*. Un échantillon provenant de la Moyenne 21 –un fragment de la planche PLP9 du pont arrière– a donné lieu à une mesure d'âge au radiocarbone (LY-8056, 1548 ± 40 BP, soit 433-605 AD pour un intervalle de confiance de 95 %).
- 8 Selon les conclusions de C. Lavier, l'ensemble des corrélations permet de proposer, à titre d'hypothèse, une date d'abattage des arbres au cours de l'hiver 599 ap. J.-C. Il va de soi que cette datation ne se confond ni avec celle de la construction du bâtiment, ni avec celle de sa perte. Deux données peuvent permettre d'avancer, cependant, une date de construction proche de celle de la coupe des bois et une date de perte du bateau au terme d'un certain temps de navigation. D'une part, les bordages* en chêne ont été fendus et non sciés. Or, l'emploi de bois dur ayant donné lieu à une longue période de séchage rend difficile cette méthode de débitage. D'autre part, les planches du pont avant, les mieux conservées, présentaient une surface d'utilisation très lisse, indice manifeste d'une certaine durée d'armement du bâtiment.
- 9 En conclusion, l'épave de Port Berteau II pourrait être datée des premiers temps du VII^e s. La construction du bâtiment, quant à elle, pourrait se situer au tout début du VII^e s., voire dans le courant de l'année 600.

3.3 Description

- 10 En raison de la position particulière de l'épave sur le fond de la Charente, coque à l'envers, il a semblé plus cohérent et plus rigoureux de considérer, dans cette partie descriptive, les éléments conservés de cette coque selon leur position sur le site. Si ce choix implique une certaine gymnastique intellectuelle, il a l'avantage d'éviter tout risque d'ambiguïté ou d'erreur.
- 11 Dans cette logique de description, la face supérieure de chaque pièce de charpente correspond toujours à la face orientée vers la surface. Replacée dans sa position fonctionnelle, avant le retournement de la coque, la face supérieure telle qu'elle aura été décrite correspondra à la face inférieure de la pièce de charpente. De même, les bordés seront décrits, selon la position retournée de l'épave, en fonction de leur orientation vers la rive droite (axe longitudinal des gabarits BDFH) ou gauche (axe longitudinal des gabarits ACEG) de la Charente. On parlera ainsi dans la description du bordé rive gauche pour celui disposé en regard de la rive gauche ou, inversement, du

bordé rive droite pour celui faisant face à la rive droite. Considéré en relation avec le fonctionnement du bateau, le bordé rive gauche deviendra le bordé tribord et le bordé rive droite le bordé bâbord.

3.3.1 Les pièces d'étrave et d'étambot

3.3.1.1 L'étrave

- 12 L'étrave (EXB1/2), de section trapézoïdale, est conservée sur une hauteur totale de 75 cm (**fig. 32**). Son épaisseur moyenne sur le droit est de 12 cm sur sa face externe (face aval) et de 17 cm sur sa face interne (face amont). Sa largeur sur le tour (face latérale) est de 25 cm à son extrémité supérieure et de 15 cm à son extrémité inférieure. Les deux faces de tour possèdent une surface plane ne présentant pas de traces remarquables de façonnage ou d'usure. En profil, l'arête externe est pratiquement rectiligne. En revanche, l'arête interne est dotée d'une légère courbure concave qui débute à partir du can* inférieur de la dernière virure conservée (VR1). Cette partie de l'étrave, qui se prolonge au-dessous de la dernière virure, mesure près de 30 cm de hauteur. L'élançement de la partie préservée de l'étrave, c'est-à-dire l'intervalle entre la projection verticale de l'extrémité inférieure (face externe) et l'extrémité supérieure (face externe) de la pièce EXB1/2, est de 45 cm.

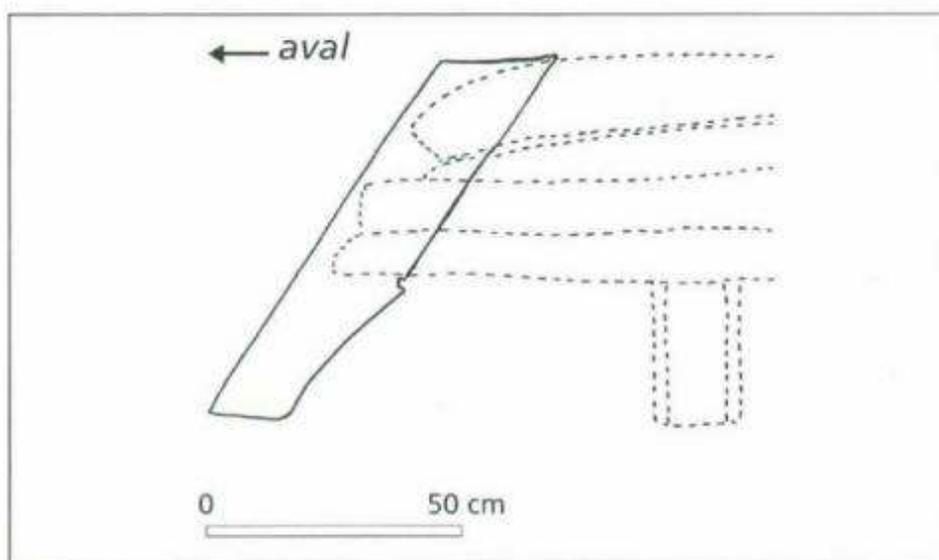


FIG. 32 – Profil de l'étrave (EXB1/2).

- 13 Deux caractéristiques importantes sont à noter. D'une part, au niveau des virures droite VRD1 et gauche VRG1, l'étrave présente sur toute son épaisseur une entaille sensiblement rectangulaire de 3 cm de profondeur et 2,5 cm de hauteur³. Aucune trace pouvant correspondre à une usure, par frottement ou tension, d'un cordage notamment, n'a été observée à l'intérieur de l'entaille dont la fonction –encastrement d'une pièce non conservée ?– demeure inconnue. D'autre part, les faces latérales de l'étrave ne présentent aucune trace de râblure*. Les abouts* des quatre virures conservées sont directement fixés par clouage sur les faces de tour de l'étrave.

3.3.1.2 L'étambot

- 14 L'étambot (EXA1), de section trapézoïdale, est préservé sur une hauteur totale de près de 170 cm (**fig. 33**). Son épaisseur moyenne sur le droit est de 12 cm sur sa face externe (face amont). L'épaisseur de sa face interne (face aval) est de 16 cm en moyenne. La largeur sur le tour (face latérale) est, dans sa partie haute, de près de 30 cm. Les abouts des virures sont situés en moyenne à 10 cm de l'arête externe. Ses faces de tour et de droit* présentent une surface régulière. La partie inférieure, se prolongeant au-dessous du can inférieur de la dernière virure (VRO), mesure 35 cm. En profil, il est doté d'une courbure peu prononcée. La quète* de sa partie conservée est de l'ordre de 105 cm. La caractéristique la plus notable est la présence d'une râblure de 3 cm de profondeur aménagée dans les faces de tour (**fig. 34**). Cette râblure, dans laquelle viennent s'encaster les extrémités des virures, n'a été observée que dans la partie haute de l'étambot. Elle semble disparaître au niveau des virures les plus basses. Les conditions difficiles d'observation et le fait que nous n'ayons pas démonté les virures inférieures¹ n'ont pas permis, cependant, de déterminer avec précision son point de disparition.

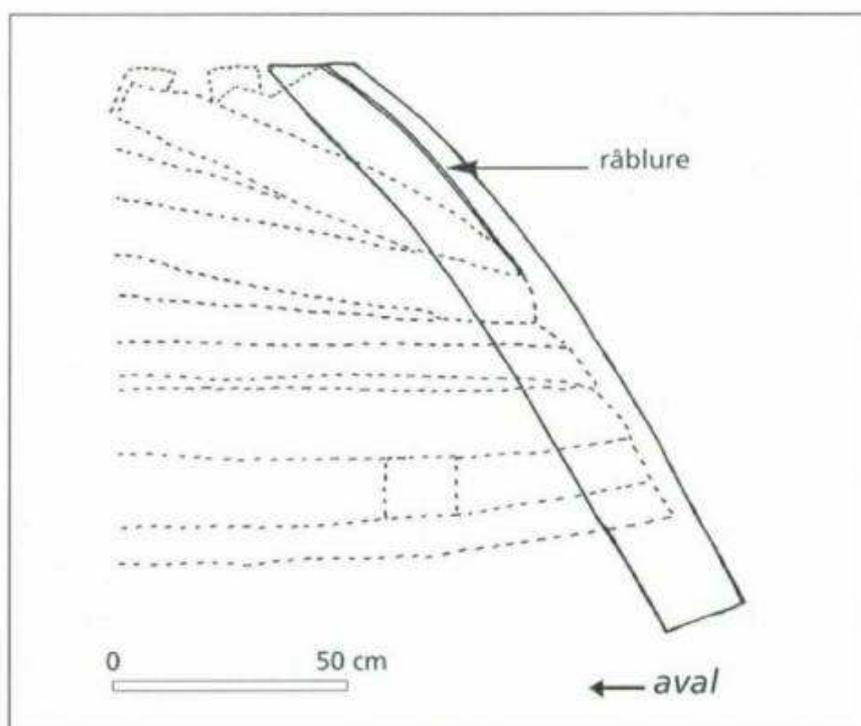


FIG. 33 - Profil de l'étambot (EXA1).



FIG. 34 – About d'une virure dans la râblure (1) de l'étambot (2).

3.3.1.3 Comparaison de l'étrave avec l'étambot

- 15 La comparaison entre les pièces d'étrave (EXB1/2) et d'étambot (EXA1) montre peu de différences du point de vue de l'échantillonnage* et de la forme, à l'exception de la largeur sur le tour de l'étambot, qui est un peu plus forte. En revanche, l'existence d'une râblure dans la partie haute de l'étambot constitue une différence morphologique importante. Cependant, son absence dans l'étrave est à relativiser du fait de la faible hauteur conservée de cette pièce. Elle doit être également rapprochée de l'absence apparente de râblure dans la partie inférieure de l'étambot. Dans ces conditions, l'absence ou la présence d'une râblure selon le niveau de la pièce d'extrémité pourrait correspondre à un choix technique en rapport avec l'organisation du plan du bordé.

3.3.1.4 Comparaison avec d'autres épaves

- 16 Il est difficile de comparer les caractéristiques de l'étrave et de l'étambot de l'épave Port Berteau II avec celles d'autres épaves car il n'en existe pas d'époque et de nature similaires. Toutefois, la râblure se retrouve dans certains bâtiments médiévaux d'Europe du Nord, notamment ceux qui appartiennent à la famille architecturale des cagnes.
- 17 C'est ainsi que l'épave dite NZ 43, fouillée aux Pays-Bas et datée probablement de la fin du XIII^e-début du XIV^e s., semble posséder une râblure partielle sur son étrave –l'étambot n'étant pas conservé (Van de Moortel 1991 : 39-40)⁵. Cette caractéristique est attestée également dans les pièces d'extrémité de la cogue de Brême, datée des années 1380 : l'étrave et l'étambot de cette épave particulièrement bien préservée sont dotés sur une partie de leur hauteur d'une râblure triangulaire à laquelle se substitue ensuite une simple entaille de section pentagonale. Un système comparable est également présent sur l'étrave –l'étambot n'étant pas préservé– de la cogue dite *Almere Wijk 13*, fouillée aux

Pays-Bas et datée du début du xv^e s. (Hocker 1996 : 24)⁶ : la râblure triangulaire y est remplacée dans la partie supérieure de la pièce par un simple biseau.

- 18 Si ce biseau n'existe pas dans les pièces EXB1/2 et EXA1 de l'épave de Port Berteau II, le principe du double système d'aboutissement des abouts des virures dans les faces de tour de l'étrave et de l'étambot est, en revanche, similaire⁷.

3.3.2 Les membrures.

19 FIG. 35

- 20 Au bordé rive gauche, intégralement conservé en longueur, sont associés 37 fragments de membrures, numérotés de MBG1 à MBG37. Au bordé rive droite, très partiellement préservé, correspondent 10 membrures, dont 4 dans la partie avant (aval) de la coque (MBD1-MBD4) et 6 dans la partie arrière (amont) de l'épave (MBD5-MBD10). Ces pièces de charpente correspondent à des allonges* venant prolonger les varangues* non conservées (fig. 36-38).

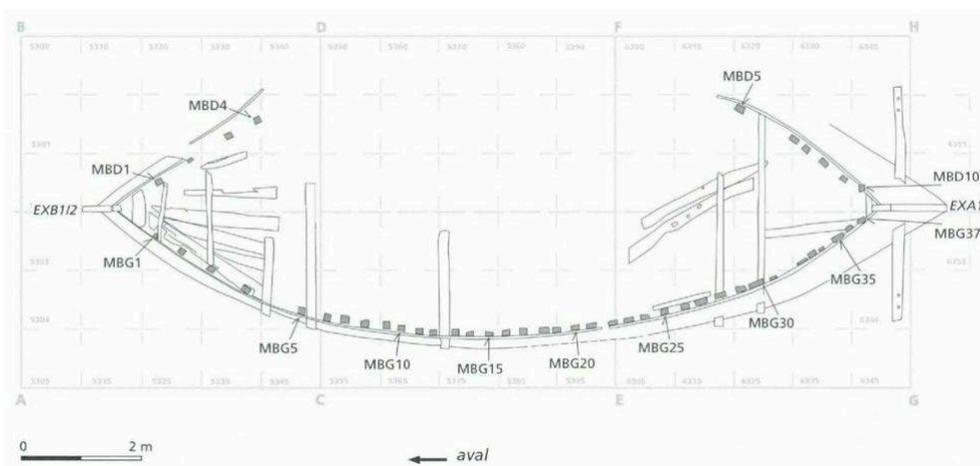


FIG. 35 – Plan de positionnement des membrures.

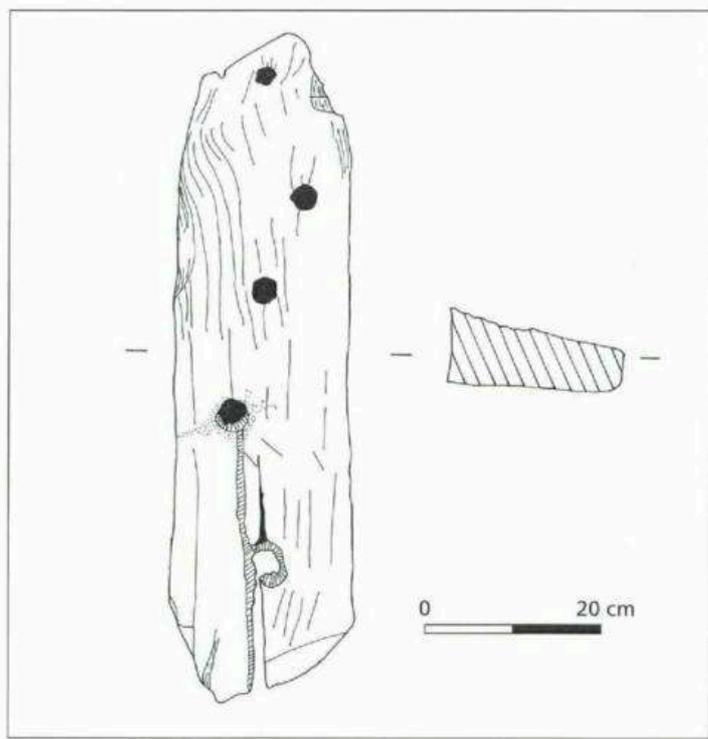


FIG. 36 – Relevé de l'allonge MBG35 (face interne).

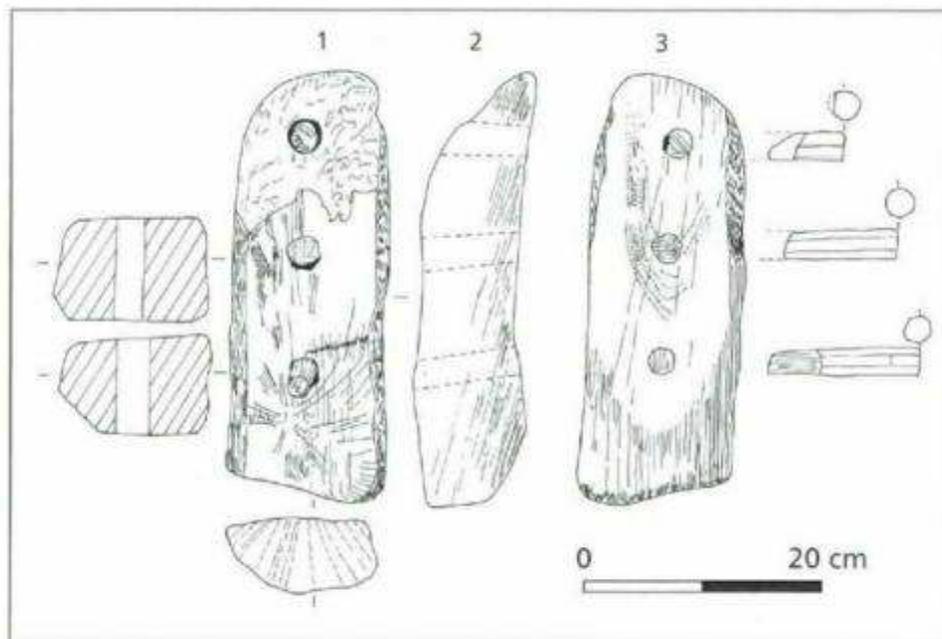


FIG. 37 – Relevé de l'allonge MBG33 : **1** face externe, **2** profil, **3** face interne.

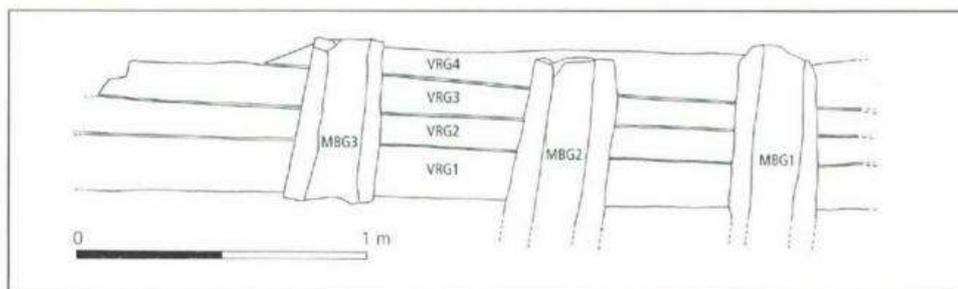


FIG. 38 – Relevé en développé (par calque) des membrures MBG1 à MBG3. Les faces de tour des allonges sont figurées rabattues.

3.3.2.1 Leurs dimensions

Description des pièces

- 21 En dépit des nombreuses données numériques accumulées au cours des campagnes de fouille, il s'avère difficile d'évaluer avec précision la maille* séparant deux allonges. En effet, la différence importante de conservation du bordé selon les membrures considérées ne permet pas d'établir un tableau d'ensemble cohérent des mailles. En outre, le dévoisement* marqué des allonges des extrémités avant et arrière, à un niveau où les différences de hauteur conservée du bordé sont les plus fortes, accentue cette difficulté de comparaison. C'est ainsi que dans la partie avant de la coque, où seules 4 virures sont préservées en élévation (VRG1-VRG4), les intervalles mesurés au niveau du can supérieur de la plus haute virure (VRG4) sont importants : de 40 cm entre MBG1 et MBG2 à 88 cm entre MBG4 et MBG5. En revanche, dans la partie arrière où le bordé est le mieux conservé (12 virures, VRG0- VRG11), les intervalles, toujours pris au niveau du can supérieur de la virure la plus haute sont, en raison de l'augmentation du pincement des formes de la carène corrélativement à celle de la hauteur du bordé, nettement plus réduits : de 8 cm entre MBG32 et MBG33 à 12 cm entre MBG36 et MBG37⁸. Si ces chiffres ne sont pas significatifs dans l'absolu, ils sont révélateurs cependant d'une tendance : sans qu'il soit possible de le mesurer avec précision, il semble que les premières allonges de l'avant possèdent une maille nettement plus large que celles de l'arrière. Cette dissymétrie du maillage pourrait correspondre à un renfort de la partie arrière de la coque en relation, peut-être, avec des contraintes différentes entre l'avant et l'arrière du bateau.
- 22 Dans la partie centrale de la coque, entre les membrures MBG6 et MBG22, soit 16 membrures, la comparaison est plus significative en raison d'une moindre courbure du bordé et d'une conservation en élévation des deux mêmes virures (VRG2 et VRG3). La valeur moyenne de la maille est ici de l'ordre de 19 cm, avec un maximum (MBG12, MBG13) de 26 cm et un minimum (MBG18, MBG19) de 11,5 cm. Les allonges ont une section rectangulaire. L'épaisseur moyenne sur le tour, c'est-à-dire sur les faces aval et amont, des 37 allonges du bordé rive gauche, est de l'ordre de 9,5 cm, avec un maximum (MBG33) de 12 cm et un minimum (MBG8) de 7 cm. Le rapport entre l'épaisseur moyenne sur le tour et l'intervalle moyen des membrures de la partie centrale de l'épave correspond plus ou moins à un rythme d'un « plein » (membrure) pour deux « vides » (mailles).

- 23 La largeur moyenne des 37 allonges du bordé rive gauche prise sur le droit, c'est-à-dire au niveau des faces interne et externe, est de l'ordre de 14 cm avec un minimum (MBG13) de 8,5 cm et un maximum (MBG30) de 28 cm.

Comparaison avec d'autres épaves

- 24 Il est délicat de comparer ces échantillonnages avec ceux d'autres épaves dans la mesure où la section des membrures, allonges et varangues, varie en fonction de nombreux paramètres, notamment les dimensions de la coque et son système de construction –« bordé premier », « membrure première », à clin*, à franc-bord*... En tenant compte de ces réserves, considérons quatre exemples de bâtiments très différents chronologiquement, structurellement et morphologiquement, ce qui permettra toutefois de situer les sections des allonges de Port Berteau II dans un cadre dimensionnel.

Blackfriars 1

- 25 L'épave de Blackfriars 1, à Londres, dont le naufrage est daté de la seconde moitié du II^e s. ap.J.-C., est un caboteur fluvio-maritime construit sur sole* dont la longueur totale restituée est de 18,50 m pour une largeur au maître bau évaluée à 6,12 m (Marsden 1994). Les allonges ont une épaisseur sur le tour comprise entre 10,2 cm et 12,7 cm et une largeur sur le droit variant entre 15,2 cm et 24,1 cm (Marsden 1994 : 46-48). Ces dimensions, légèrement supérieures à celles des allonges de l'épave de Port Berteau II, sont à mettre en relation avec la taille plus importante du caboteur de Blackfriars 1.

Lanvéoc

- 26 Le bateau de Lanvéoc, gabare de la rade de Brest des années 1830, dont les relevés ont été publiés par l'amiral Pâris, a une longueur à la flottaison* de 11,50 m pour une largeur au maître couple* de 3,85 m (Pâris 1882 : pl. 38)⁹. Ce voilier, de dimensions plus réduites que celles du bateau de Port Berteau II, est construit sur quille* selon un principe de type « membrure première ». L'épaisseur sur le tour des allonges est de 8,8 cm et la largeur sur le droit de 12,2 cm (Boudriot, Berti 1988 : 41), dimensions qui, proportionnellement à l'envergure du bateau de Lanvéoc, sont relativement proches de celles des allonges de l'épave de Port Berteau II.

Skuldelev 3

- 27 Le caboteur Scandinave de Skuldelev 3, Danemark (milieu du XI^e s.), bâti à clin sur un principe de construction « bordé premier », a une longueur restituée de 13,30 m pour une largeur au maître couple de 3,30 m. L'épaisseur sur le tour des membrures est comprise entre 7,5 et 8,5 cm au niveau de la troisième virure (partie inférieure de la membrure) et entre 5,5 et 7 cm dans le haut de la coque. La largeur sur le droit se situe entre 5,5 et 7 cm au niveau de la troisième virure et atteint seulement 2 cm dans le haut de la coque (Olsen, Crumlin-Pedersen 1968 : 124). Les sections des membrures apparaissent nettement plus faibles –notamment celles sur le droit– que celles des allonges de l'épave de Port Berteau II.

Kyrenia

- 28 Dernier exemple enfin, celui du caboteur méditerranéen de Kyrenia, à Chypre, daté du IV^e s. av. J.-C., dont les dimensions restituées sont de 13,86 m pour la longueur et 4,20 m pour la largeur au maître bau. La coque de ce navire, dont les dimensions se rapprochent le plus de celles du bâtiment de Port Berteau II, est construite selon le principe classique « bordé premier » propre aux chantiers navals de la Méditerranée antique. Les allonges ont une section sensiblement carrée de 8,5 cm, valeur peu éloignée de la largeur sur le tour des allonges de l'épave de Port Berteau II mais beaucoup plus faible que celle de son épaisseur sur le droit (Steffy 1985 : 85).
- 29 Ces quatre exemples, retenus parmi d'autres, montrent que l'échantillonnage des allonges de l'épave de Port Berteau II présente, proportionnellement aux différences de grandeur des coques, des valeurs sensiblement proches de celles du bateau de Lanvéoc et de celles du caboteur de Blackfriars 1. En revanche, ces valeurs, et en particulier celles qui concernent l'épaisseur sur le droit, sont plus fortes que dans les exemples de Skuldelev 3 et de Kyrenia. Sans doute le système architectural « bordé premier » de ces deux caboteurs n'est-il pas étranger à ces différences.

3.3.2.2 L'absence d'équerrage

- 30 Une caractéristique importante observée sur l'ensemble des allonges des parties avant et arrière de la coque, là où la courbure des formes est la plus prononcée, est une absence d'équerrage* qui se traduit par une section rectangulaire des membrures. Les deux faces de tour (amont et aval) des allonges sont toujours perpendiculaires au plan du bordé, et les deux faces de droit –intérieure et extérieure–, parallèles entre elles, sont également parallèles à la surface du bordé. Une parfaite illustration de cette caractéristique est fournie par l'allonge MBD1 (**fig. 39**), située dans la partie avant de la coque, dont les flancs se referment fortement vers l'étrave.



FIG. 39 – Extrémité supérieure de l'allonge non équerrée MBD1 (appelée M1D sur le cliché).

- 31 En raison de cette absence d'équerrage, les allonges placées dans les parties avant et arrière de l'épave suivent la courbure du bordé et prennent une position inclinée par rapport au plan diamétral de la coque. En toute logique, cette inclinaison s'accroît avec le pincement des formes à l'approche de l'étrave et de l'étambot. Ce dévoiement des allonges a deux conséquences notables : d'une part, il se traduit par une simplification du travail de façonnage des membrures –l'équerrage, variable sur la longueur de la coque, implique une série de mesures destinées à estimer l'angle selon lequel chaque face de la membrure doit être taillée- ; d'autre part, il conduit à une réduction sensible des pertes de bois entre la pièce brute et la pièce ouvragée.

3.3.2.3 Les allonges formant apotureaux

- 32 À l'extrémité avant de l'épave, les premières allonges (MBG1 et MBD1, MBG2 et MBD2) ont leur extrémité inférieure qui se prolonge au-delà du can inférieur de la dernière virure, formant ainsi des apotureaux* (**fig. 40**). Un prélèvement de la coque –bordé et membrures- a permis une étude détaillée de l'une de ces allonges (**fig. 41**).

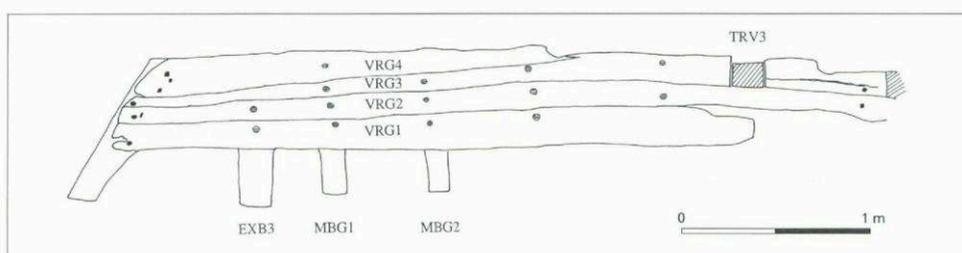


FIG. 40 – Relevé en développé du bordé aval rive gauche entre l'étrave et le bau traversant TRV3 : la pièce EXB3, et les membrures MBG1 et MBG2 forment des apotureaux.

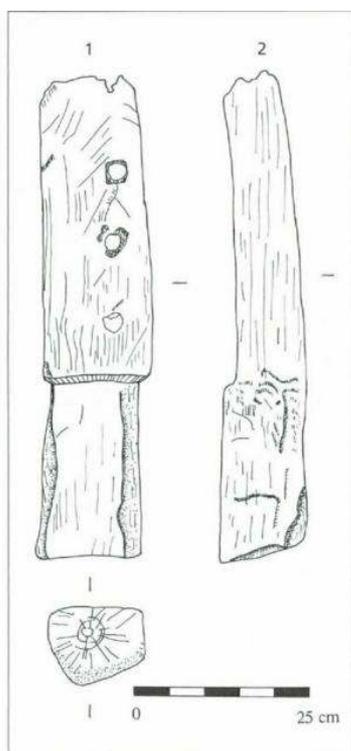


FIG. 41 – L'allonge MBD1 (apotureau correspond à la partie inférieure de la membrure) : **1** face externe, **2** face latérale.

- 33 L'allonge MBD1, conservée sur une hauteur totale de 70 cm, a une section moyenne de 10 cm par 14,5 cm. Sa face interne de droit est entaillée dans sa partie supérieure sur une hauteur de 45 cm et une profondeur moyenne de 2 cm. Cet aménagement est destiné à recevoir les virures du bordé (VRD1-VRD4). La partie inférieure de l'allonge, d'un échantillonnage plus fort que le reste de la membrure, se prolonge au-delà de la virure VRD1 sur une hauteur de 25 cm. La fonction de cette extrémité saillante est de servir de point de tournage à un cordage, soit pour amarrer le bateau, soit pour tourner un câble d'ancre. À cet égard, deux aspects sont à souligner : en premier lieu, cette partie de l'allonge en forme d'apotureau présente des traces très nettes d'usure pouvant effectivement correspondre à des frottements provoqués par des cordages ; en second lieu, cette fonction particulière de la tête de l'allonge liée à des manœuvres d'amarrage ou de mouillage est à mettre en relation avec l'existence d'un pont avant.
- 34 Aux quatre allonges MBG1, MBD1, MBG2 et MBD2 doit être associée la pièce de renfort interne EXB3 (cf. fig. 40) dont les deux extrémités inférieures forment également apotreaux sur une hauteur de près de 30 cm. Notons que l'échantillonnage des deux branches de cette forte pièce de charpente en forme de fourche est plus important que celui des allonges, avec une épaisseur sur le tour de 18 cm et une largeur sur le droit de 12 cm.
- 35 Des apotreaux se retrouvent également dans la partie arrière de la coque qui comporte un pont servant aux opérations d'amarrage et, bien évidemment, à la manœuvre du gouvernail. Les deux dernières allonges de l'arrière (MBG37 et MBD10) et les deux branches d'une pièce de renfort interne (EXA3) (cf. fig. 57), morphologiquement et fonctionnellement comparable à la pièce de renfort de l'avant EXB3, ont leur extrémité inférieure qui se prolonge au-delà du can inférieur de

la dernière virure VRGO. Les extrémités des allonges forment des apotureaux sur une hauteur de 8 cm et celles de la pièce de renfort EXA3 sur une hauteur de 12 cm (cf. **fig. 63**). Au nombre plus réduit de ces apotureaux de l'arrière de la coque s'ajoutent des hauteurs beaucoup plus courtes que celles relevées à l'avant, différences qui, sans doute, correspondent à des fonctions différentes.

3.3.2.4 Les allonges MBG28 et MBG30

- 36 Deux allonges, MBG28 et MBG30, placées au-dessus des baux TRV6 et TRV7, présentent une disposition très particulière : leur extrémité inférieure s'achève sur la face supérieure du bau traversant. Au niveau du bau TRV6 (**fig. 42**), la gournable enfoncée à partir de la face externe de la virure VRG4 ressort de la face intérieure de l'allonge MBG28 jusqu'au niveau de la face supérieure du bau TRV6. L'allonge ne se prolonge pas au-dessous de la face inférieure du bau. De ce fait, les deux virures inférieures VRG3, encastrées dans la tête du bau TRV6, et VRG2¹⁰ ne prennent pas appui, à cet endroit de la coque, sur un élément de renfort transversal. Cette interruption de la membrure ne se retrouve pas au niveau des autres baux (TRV3, TRV4, TRV5) qui sont placés non au-dessous, mais entre deux allonges.

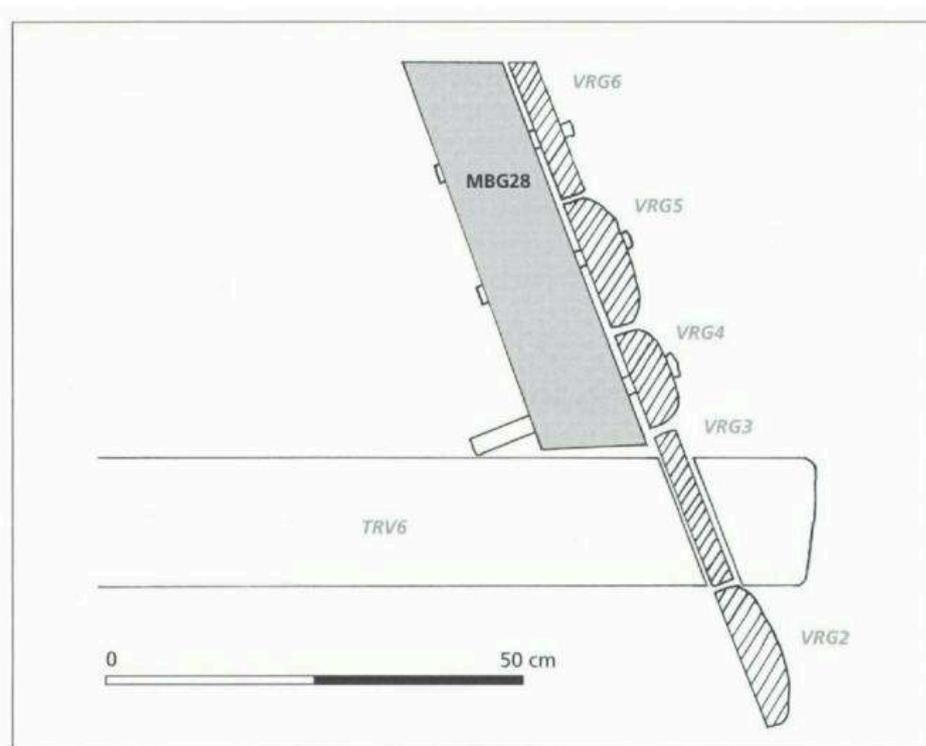


FIG. 42 – L'allonge MBG28 au niveau du bau traversant TRV6.

3.3.2.5 Les allonges MBG7 et MBG 16

- 37 Les deux allonges MBG7 (**fig. 43a**) et MBG 16 (**fig. 43b**) possèdent à leur extrémité inférieure –dotée d'une légère courbure– une entaille à mi-bois. De dimensions similaires (10 cm de haut et 4 cm de profondeur), ces entailles possèdent deux pans inclinés –le pan vertical et le pan horizontal. Celle de l'allonge MBG16 est en outre traversée par un trou de gournable. À l'évidence, toutes deux étaient destinées à recevoir une pièce de charpente, simplement encastrée dans le cas de l'allonge MBG7,

encastrée et chevillée dans celui de l'allonge MBG 16. Leur forme semblerait correspondre à l'encastrement et au blocage –en raison de l'inclinaison des pans– de l'extrémité d'une pièce disposée soit dans le plan transversal de la coque entre le bordé rive gauche et le bordé rive droite, soit dans le plan longitudinal entre les allonges MBG7 et MBG 16. En revanche, l'assemblage d'une pièce située dans le prolongement vertical de l'allonge paraît beaucoup moins cohérent. Mais ni la position de ces deux allonges –en arrière du bau TRV3 pour l'allonge MBG7 et en arrière du bau de mât TRV5 pour l'allonge MBG 16–, ni leur échantillonnage –qui s'inscrit dans la moyenne des membrures¹¹– ne fournissent des indices susceptibles d'opter pour l'une ou l'autre des solutions.

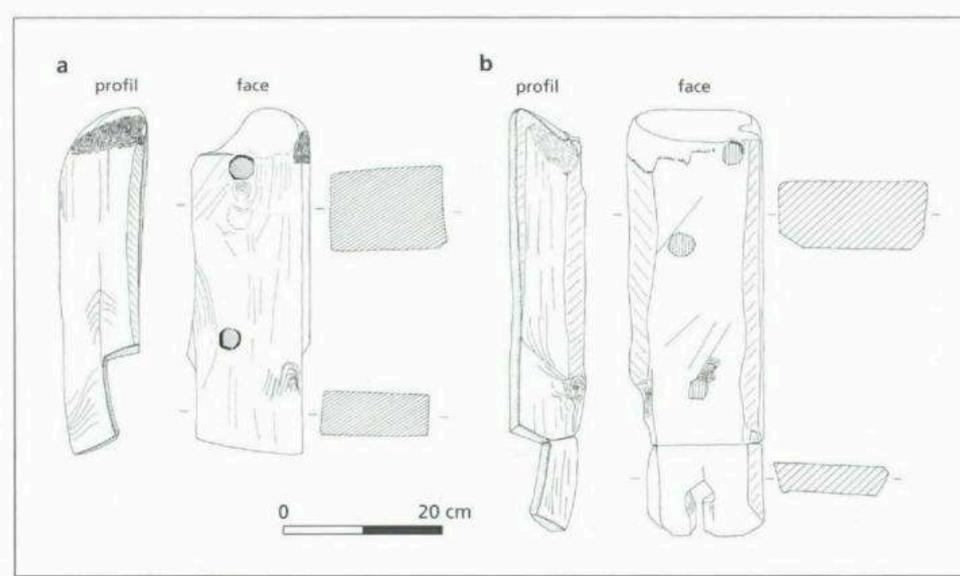


FIG. 43 – Allonges : **A** MBG7 ; **B** MBG 16.

3.3.3 Les baux

- 38 La structure générale de la coque est renforcée transversalement par un ensemble de cinq baux traversants : TRV3, TRV4, TRV5, TRV6 et TRV7 (fig. 44).

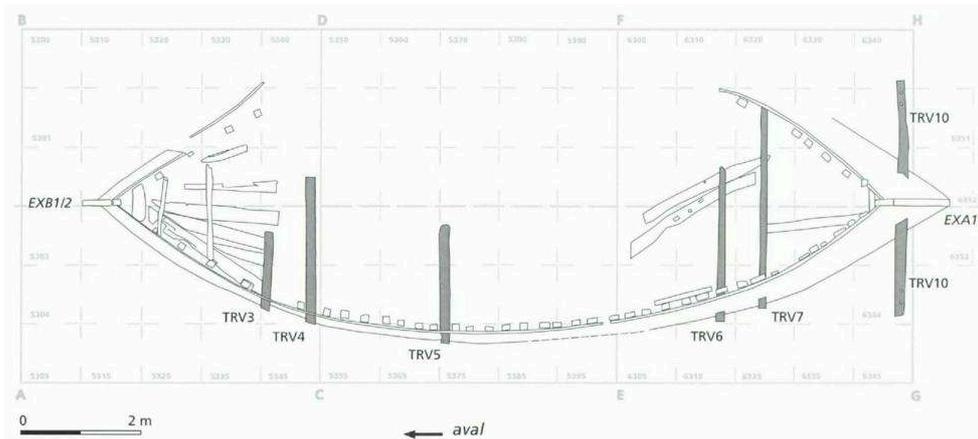


FIG. 44 – Plan de positionnement des baux traversants.

- 39 Ces baux, dont chaque extrémité traverse le bordé, présentent une disposition régulière. Deux d'entre eux (TRV3 et TRV7) sont établis près de chacune des extrémités de l'épave : dans la partie aval, TRV3 est situé à 3 m de la face externe de la partie inférieure de l'étrave EXB1/2 ; dans la partie amont, TRV7 se trouve également à 3 m de la face externe de la partie inférieure de l'étambot EXA1. L'intervalle entre chaque groupe de deux baux de l'avant et de l'arrière de la coque est également sensiblement similaire : 60 cm entre TRV3 et TRV4 et 56 cm entre TRV6 et TRV7¹². TRV5, quant à lui, est situé sur l'avant du milieu de la coque, à près de 6 m de l'étrave –face externe de la partie inférieure– et à environ 8,30 m de l'étambot –face externe de la partie inférieure. La position de TRV5 est à associer à sa fonction particulière : il s'agit probablement du bau de mât.
- 40 À ce stade de la description de la structure de l'épave de Port Berteau II, il importe surtout de souligner la position symétrique du groupe de baux TRV3-TRV4 d'un côté et TRV6-TRV7 de l'autre.

3.3.3.1 TRV3

Dimensions

- 41 Le bau traversant TRV3, conservé sur une longueur de 1,35 m, a été démonté et étudié en surface de façon détaillée (fig. 45a).

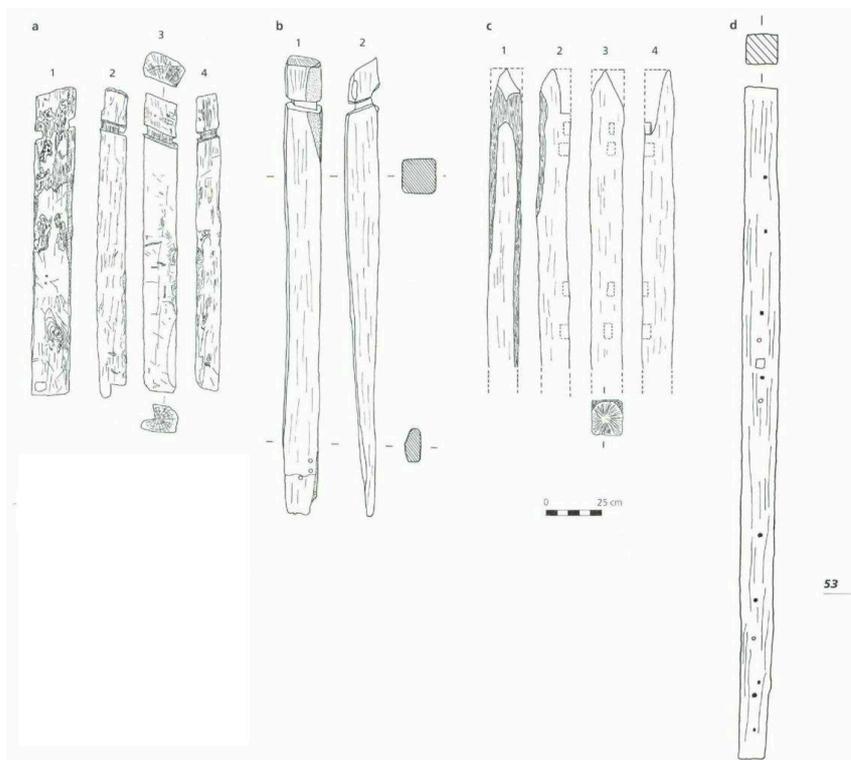


FIG. 45 – Les baux traversants : **A** TRV3 (1 face inférieure, 2 profil, 3 face supérieure, 4 profil) ; **B** TRV5 (1 face supérieure, 2 profil) ; **c** extrémité rive droite de TRV6 (1 face inférieure, 2 profil, 3 face supérieure, 4 profil) : on distingue les mortaises creusées dans la face supérieure et l'importance de l'aubier sur la face inférieure ; **D** TRV7 (face inférieure) : la tête du bau encastrée dans le bordé n'est pas figurée, les clous sont indiqués par un carré plein, les gournables par un cercle plein et les trous des gournables par un cercle vide.

- 42 Doté d'une section trapézoïdale, il a une largeur moyenne de 15 cm sur sa face supérieure et de 17 cm sur sa face inférieure. Son épaisseur varie de 11 à 12 cm. Sa tête, saillante, conservée au niveau du bordé rive gauche, mesure près de 15 cm de long. Sa face supérieure présente une trace d'usure en creux (**fig. 46a**). Cette même face possède par ailleurs une trace de clouage correspondant à un clou enfoncé à pointe perdue. Un avant-trou de forme triangulaire semble avoir été réalisé préalablement à l'enfoncement du clou. Celui-ci devait servir à fixer une pièce de charpente –non conservée– placée à l'extérieur de la coque, le long du bordé. Notons que la face supérieure du bau traversant TRV4 présente une trace de clouage similaire qui pourrait permettre la fixation de cette même pièce de charpente disparue.

Traces d'assemblage

- 43 Au niveau de son encastrement dans le bordé rive gauche, TRV3 est entaillé sur ses quatre faces (**fig. 46b**) :
- face supérieure : entaille de 2 à 3 cm de profondeur pour une largeur supérieure de 4 cm et une largeur inférieure de 3 cm ;
 - face inférieure : entaille de 0,5 cm de profondeur moyenne pour une largeur comprise entre 3 et 4 cm ;
 - faces latérales (faces aval et amont) : entaille de 3 cm de profondeur moyenne pour une largeur supérieure de 4 cm et une largeur inférieure de 3 cm.

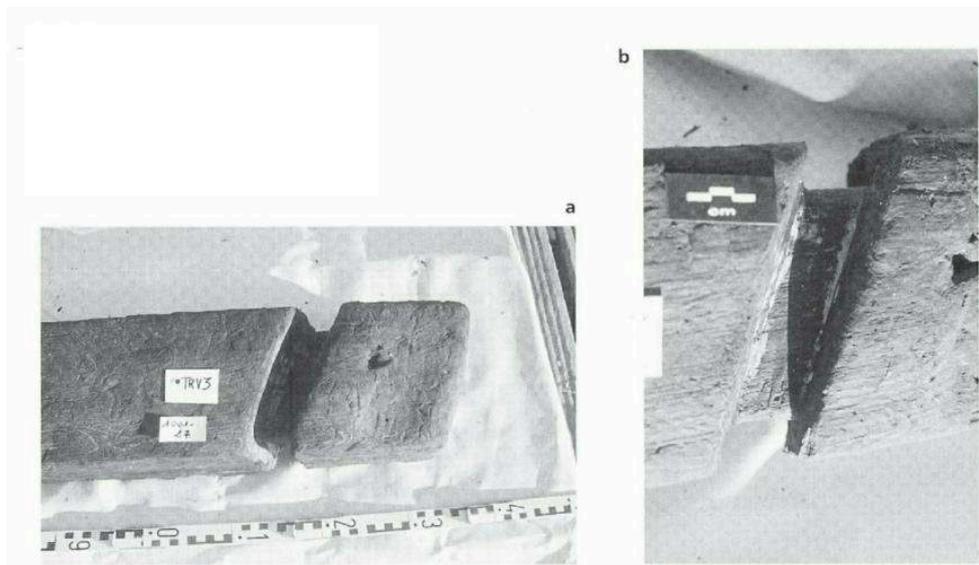


FIG. 46 – L'extrémité du bau traversant TRV3 : **A** on distingue les traces creuses d'usure et l'emplacement du point de clouage ; **B** entaille destinée à l'encastrement du bau dans la virure VRG3.

3.3.3.2 TRV5

- 44 Ce bau traversant, préservé sur une longueur de 2,12 m, a également été démonté, remonté en surface et relevé de façon détaillée (**fig. 45b**).

Dimensions

- 45 À 55 cm de l'extrémité de sa tête conservée (bordé rive gauche), le bau a une section rectangulaire de 16 cm de large sur ses faces supérieure et inférieure, et de 15 cm sur

ses faces latérales, dimensions qui correspondent sensiblement à celles des autres baux traversants. La hauteur de TRV5 se réduit ensuite progressivement pour atteindre une hauteur de 3 cm au niveau de son extrémité brisée (côté bordé rive droite). Cette taille en sifflet de la face supérieure du bau correspond à un écart* : sur une longueur d'environ 55 cm venait s'assembler un autre élément du bau, non conservé. L'hypothèse la plus vraisemblable est que la largeur importante de la coque en cet endroit a conduit à réaliser un bau en deux éléments¹³. Il faut remarquer que cette solution, sans doute liée à l'impossibilité de trouver une pièce de bois de longueur suffisante, est mécaniquement moins satisfaisante que celle faisant appel à un bau d'un seul brin, dont la résistance est plus élevée.

Traces d'assemblage

- 46 Les seules traces d'assemblage observées sont situées à proximité de l'extrémité brisée du bau. Il s'agit de trois gournables d'une section moyenne de 1,5 cm qui ont été enfoncées à partir de la face supérieure de l'élément non conservé et dont les bouts se perdent dans l'épaisseur de l'élément préservé du bau.
- 47 Au niveau de son encastrement dans le bordé rive gauche, la tête de TRV5 est entaillée sur ses quatre faces (**fig. 47**) :
- face supérieure : entaille de 2 à 3 cm de profondeur pour une largeur supérieure de 4,5 cm et une largeur inférieure de 3,5 cm ;
 - face inférieure : entaille de 4 cm de profondeur pour une largeur supérieure de 4 cm et une largeur inférieure de près de 7 cm¹⁴ ;
 - faces latérales (faces aval et amont) : entaille de 2 à 3 cm de profondeur pour une largeur comprise entre 2,5 et 3,5 cm.



FIG. 47 – Entaille servant à l'encastrement de l'extrémité du bau TRV5 dans la virure VRG3.

- 48 Il est à noter que l'entaille aménagée dans les faces latérales présente une inclinaison qui suit celle du bordé, caractéristique qui se retrouve dans les autres baux.

3.3.3.3 TRV6

Disposition et dimensions

- 49 À la différence de TRV3, TRV4 et TRV5 qui sont disposés horizontalement, le bau traversant TRV6, conservé sur une longueur de 2,60 m, repose obliquement (**fig. 48**), comme TRV7 (cf. **fig. 31**), selon l'inclinaison générale de la partie arrière de l'épave. L'inclinaison vers le bordé rive gauche est de l'ordre de 9 à 10°.

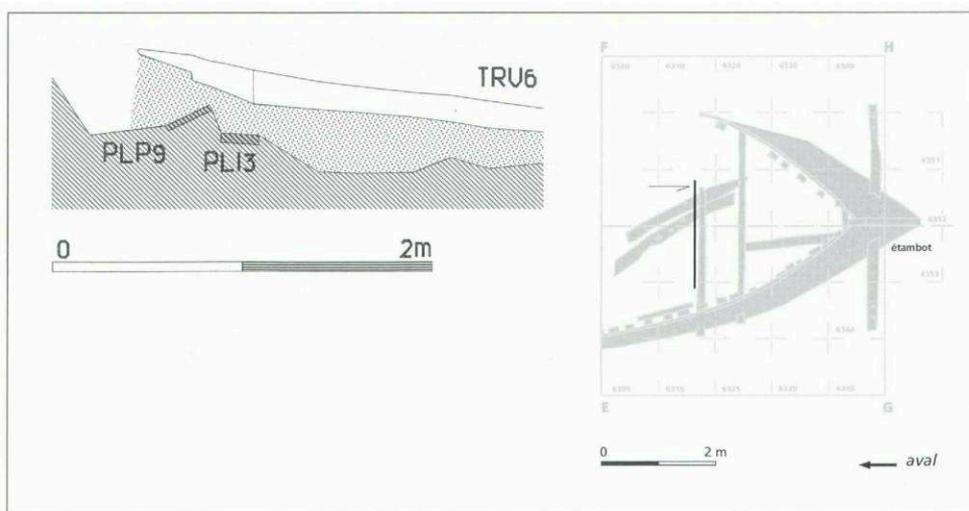


FIG. 48 – Relevé in situ du bau traversant TRV6.

- 50 TRV6 a une section rectangulaire de 14,5 cm de large (faces supérieure et inférieure) sur 14 cm de haut.

Traces d'assemblage

- 51 Comme pour les autres baux, ses faces sont entaillées au niveau de leur encastrement dans le bordé. Sa particularité est de posséder sur sa face inférieure, sur une longueur de 1,95 m à partir de son extrémité rive droite, cinq mortaises rectangulaires dont la longueur varie de 5 à 6 cm, la largeur de 2 à 3 cm et la profondeur de 2,5 à 4,5 cm (**fig. 45c**).
- 52 Ces mortaises sont légèrement décentrées par rapport au centre du bau. Quatre d'entre elles sont groupées par deux. Entre la mortaise isolée et le premier groupe de deux mortaises, elles-mêmes séparées par 11 cm, l'intervalle est de 42 cm. Entre ce premier groupe et le second constitué de deux mortaises disposées à 3,5 cm l'une de l'autre, l'intervalle est de 53 cm.
- 53 Si à l'évidence ces mortaises, placées sur la face supérieure du bau une fois la coque retournée et inscrite dans sa position fonctionnelle, étaient destinées à recevoir le tenon d'une pièce de charpente, il est difficile, en vérité, de proposer une hypothèse sur la (ou les) pièce(s) de charpente associée(s) à ces mortaises. S'agissait-il d'une (ou de) pièce(s) en relation avec un aménagement –montants de cloison ?– de la partie arrière de la coque ou en rapport avec le grément ? Ajoutons une dernière observation : en l'absence de démontage du bau traversant TRV4, symétrique avant de TRV6, il n'est pas possible de savoir s'il présentait des creusements similaires.

3.3.3.4 TRV7

Dimensions

- 54 Le bau traversant TRV7 est conservé sur une longueur totale de 3,40 m, dimension qui correspond pratiquement à sa longueur d'origine. Seule manque en effet l'extrémité saillante au niveau du bordé rive droite. De section rectangulaire, TRV7 a une largeur moyenne de 13,5 cm (faces supérieure et inférieure) et une hauteur de 14 cm (faces latérales). Ses faces sont entaillées au niveau de l'encastrement dans le bordé.

Traces d'assemblage

- 55 Après démontage, un relevé de sa face inférieure a été réalisé sous l'eau, sur une longueur de 3,02 m (**fig. 45d**). Cette face présente, avec une répartition assez irrégulière, des traces de clouage et de chevillage ainsi qu'une mortaise (**tabl. 1**).

distance par rapport à l'extrémité cassée rive droite	intervalle clouage/chevillage	nature de la fixation
13	13	clou (entier)
29	16	gournable (cassée)
34	5	clou (cassé)
55	21	trou de gournable
72	17	gournable (cassée)
100	30	gournable (cassée)
161	60	trou de gournable
72	10	gournable (cassée)
176	5	mortaise
187	9	trou de gournable
200	13	clou (entier)
238	38	clou (entier)
262	24	clou (cassé)

TABL. 1 – Position, en centimètres, des traces de clouage et de chevillage sur la face inférieure du bau TRV7.

- 56 Avant de commenter le **tableau 1**, il faut préciser que des marques laissées par des clous non conservés ont pu échapper au relevé effectué en plongée avec une visibilité très réduite.
- 57 On constate, en premier lieu, une absence de tout chevillage ou clouage sur une longueur de 40 cm, dans la moitié de la coque orientée vers la rive droite. On observe, en second lieu, que la mortaise (4 cm de long, 3,5 cm de large et 5 cm de profondeur) destinée à recevoir le tenon d'une pièce de charpente se trouve légèrement décentrée par rapport à l'axe longitudinal de la coque, sans correspondance directe avec la position d'une des mortaises du bau traversant TRV6. En troisième lieu, on peut noter que toutes les gournables sont brisées au niveau de la face inférieure du bau ainsi que deux clous. En revanche, trois clous sont intacts, l'intervalle entre le dessous de la tête du clou et la face inférieure du bau étant compris entre 1,8 et 2,5 cm, épaisseur correspondant sensiblement à celle des deux planches conservées du pont arrière (PLP9 et PLP 10), cette seconde planche étant assemblée par un clou au bau TRV7.
- 58 La présence de ces trois clous encore en place pourrait indiquer que les planches du pont qu'ils fixaient n'ont pas été arrachées ou détruites brutalement mais se sont plutôt dégradées progressivement au cours du processus de formation de l'épave, avant

l'achèvement de son remplissage. À l'inverse, les clous et les gournables brisés pourraient correspondre à un arrachement ou, tout au moins, à une séquence de dégradation différente, et somme toute brutale, des planches du pont.

3.3.3.5 Le système d'assemblage des baux au bordé

Description

- 59 Le mode d'assemblage des baux au bordé constitue l'une des caractéristiques importantes de l'épave de Port Berteau II Rappelons d'une part que les cinq baux ont leur extrémité qui dépasse de la face externe du bordé sur une longueur d'une quinzaine de centimètres et que, d'autre part, les quatre faces présentent une gorge de quelques centimètres de large et de profondeur.
- 60 Dans l'entaille supérieure et dans celle des faces latérales du bau vient s'encastrer la virure VR3 qui possède une section rectangulaire de 20 cm de largeur sur 3 cm d'épaisseur en moyenne (**fig. 49**). Dans l'entaille inférieure vient s'encastrer le can supérieur de la virure VR2 qui présente une section grossièrement demi-circulaire de 20 cm de large et de 5,5 à 6,5 cm d'épaisseur en moyenne.

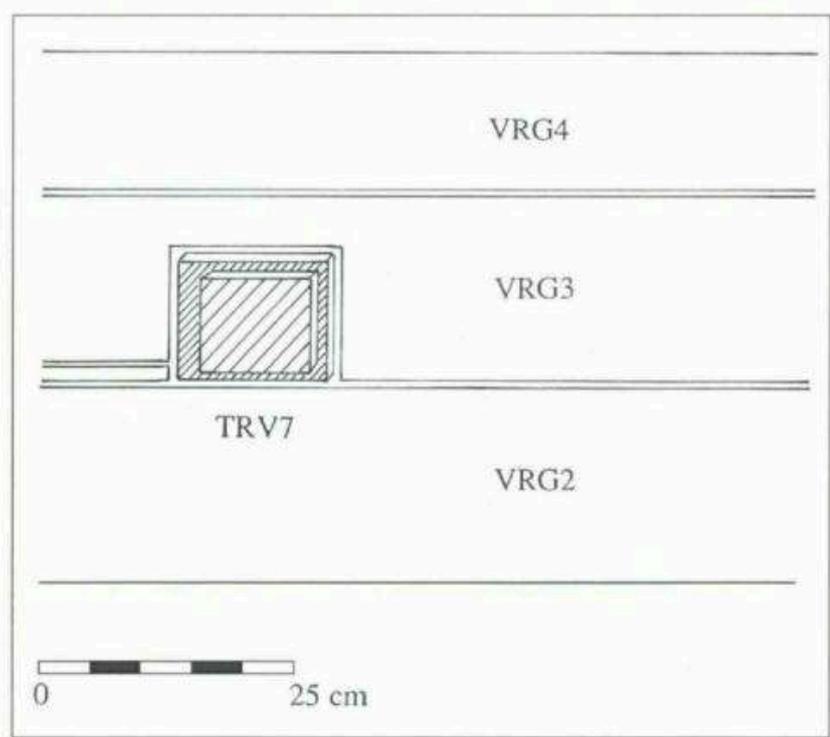


FIG. 49 – Encastrement du bau traversant TRV7 dans la virure VRG3.

- 61 Aucun vestige, ni même indice, de la présence d'une banquière* –une pièce longitudinale disposée à l'intérieur de la coque pour soutenir les baux– n'a été observé. De même, aucune trace d'une courbe de liaison –horizontale ou verticale– n'a été décelée sur la face interne des baux.
- 62 Sur cinq baux, trois ne reposent pas sur une membrure (*cf. fig. 44*) : sur le bordé rive gauche, TRV3 est situé entre les allonges MBG4 et MBG5 (pour la numérotation des allonges, *cf. fig. 35*), TRV4 est entre MBG5 et MBG6, et TRV5 entre MBG12 et MBG13. En revanche, les deux derniers, ceux de la partie arrière, prennent bien appui sur une

allonge : une fois la position d'origine de la coque restituée, on constate ainsi que TRV6 –situé entre les allonges MBG27 et MBG29– repose sur MBG28, et que TRV7 –entre MBG29 et MBG31– est sur MBG30. Il n'existe aucune fixation du bau à l'allonge, que ce soit par clouage ou par chevillage. Cette relation d'appui entre les baux TRV6 et TRV7 d'une part, et les allonges MBG28 et MBG30 d'autre part, pourrait traduire le choix de renforcer la partie arrière de la coque, disposition que l'on retrouve dans la maille entre les allonges, plus réduite à l'arrière du bâtiment qu'à l'avant.

- 63 Toutes les données recueillies indiquent que l'assemblage des cinq baux traversants au bordé s'effectue donc par simple encastrement dans une virure (VR3) avec en outre, pour deux d'entre eux (TRV6 et TRV7), un appui sans assemblage sur l'extrémité d'une allonge. Cette absence de liaison par clouage ou chevillage entre le bordé et la membrure est compensée par une disposition particulière des bordages (**fig. 50**) : les baux, encastés dans la virure de section rectangulaire VR3, sont situés entre deux virures de section demi-circulaire (VR2 et VR4) dont l'épaisseur est nettement plus importante que celle de la virure VR3. Ces deux virures à l'échantillonnage plus fort sont assimilables à des préceintes*, ce qui leur conférerait un rôle non négligeable dans le renforcement de la coque, dont l'assemblage serait de type « moisé* ». D'un point de vue architectural, baux transversaux et préceintes longitudinales forment une sorte de structure en caisson.

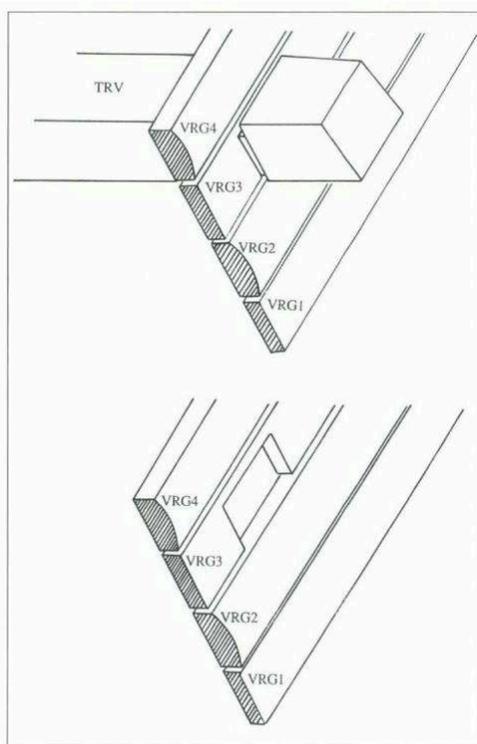


FIG. 50 – Principe de l'encastrement de la tête du bau traversant dans la virure VR3.

- 64 Ajoutons une dernière remarque : les cinq baux traversants sont situés dans le haut de la coque, au-dessus de la ligne de flottaison en charge.

Restitution du schéma de montage

- 65 Au terme de cette description, un schéma de montage des baux, en relation avec une coque restituée dans sa position originale, peut être proposé :

- 1 – sur des membrures préétablies¹⁵, élévation du bordé jusqu'au niveau de la virure VR4 ;
- 2 – pose de la virure VR3 ; assemblage des allonges et de la virure préalablement entaillée au niveau de l'encastrement des baux ;
- 3 – mise en place des baux et encastrement dans la virure VR3 avec mise en appui de la face inférieure des baux TRV6 et TRV7 sur le haut des allonges MBG28 et MBG30 ;
- 4 – mise en place de la virure VR2 ; assemblage de la virure et des allonges ;
- 5 – poursuite de la construction de la coque.

3.3.3.6 L'emploi du bau traversant en Europe

Europe du Nord et de l'Ouest

- 66 Si l'emploi de baux traversants ne semble pas attesté dans l'architecture navale fluviale antique et médiévale de l'Europe de l'Ouest et du nord, son usage est courant, en revanche, dans la construction navale maritime.

● *Bateaux assemblés à clin*

- 67 *En Suède : Galtabäck et Kalmar 1*

Concernant la tradition de l'assemblage à clin Scandinave de type « bordé premier », les plus anciennes attestations de baux traversants datent du XII^e s. avec l'épave de Galtabäck, en Suède, et du XIII^e s. avec l'épave de Kalmar 1, également en Suède (Crumlin-Pedersen 1997 : 28). Encastrés dans le bordé, comme dans l'épave de Port Berteau II, ils présentent toutefois deux caractéristiques singulières : d'une part, leur face inférieure vient s'assembler, par le biais d'une mortaise, dans la tête d'un élément de la charpente transversale, en l'occurrence une courbe de liaison, d'autre part, l'assemblage du bau au bordé est renforcé au moyen d'une courbe fixée sur leur face supérieure et contre la face interne du bordé.

- 68 *En Bretagne : l'Aber Wrac'h*

L'une des plus récentes attestations archéologiques de l'usage de baux traversants associés à une coque construite à clin selon le principe « bordé premier » dans un contexte non Scandinave est celle de l'épave de l'Aber Wrac'h, en Bretagne nord, datée de la première moitié du XV^e s. (L'Hour, Veyrat 1989 ; 1994). La face inférieure des baux traversants est encastrée dans le haut d'une membrure et repose également sur une serre*. En outre, les virures situées au-dessous et au-dessus du bau sont ponctuellement renforcées par une pièce de doublage du bordé à clin selon un principe de renfort similaire aux préceintes disposées au-dessus et au-dessous des baux de l'épave de Port Berteau II. Différence majeure cependant : le renfort s'étend sur toute la longueur de la coque dans le cas de l'épave de Port Berteau II.

● *Cogues*

- 69 En Europe du Nord-Ouest, une autre tradition architecturale, celle des cogues, se caractérise également par l'emploi de baux traversants. Des diverses attestations archéologiques de leur emploi dans des cogues dont les fonds plats sont à franc-bord et les flancs à clin, la plus complète est celle de la cogue de Brême, en Allemagne, dont les bois sont datés des années 1380¹⁶. Les cinq baux traversants y sont encastrés dans le bordé mais, à la différence de ceux de l'épave de Port Berteau II, ils prennent appui sur

des éléments de membrure et leur assemblage au bordé est renforcé transversalement par des courbes de liaison. En outre, deux serres disposées au-dessus et au-dessous des quatre baux principaux¹⁷ viennent renforcer longitudinalement l'assemblage.

Méditerranée

- 70 Mais loin d'être limités aux seuls espaces nautiques de l'Europe de l'Ouest et du nord, les baux traversants sont également attestés archéologiquement en Méditerranée avec, notamment, deux épaves du haut Moyen Âge, celles de Pantano Longarini, en Sicile, et de Yassi Ada 1, en Turquie, cette dernière étant datée du VII^e s.¹⁸. En rapport avec un système architectural très différent de ceux évoqués précédemment¹⁹, on y retrouve le même principe d'encastrement de la tête des baux dans le bordé. Dans le cas de l'épave de Yassi Ada 1, les baux traversants reposent intérieurement sur une bauquière, doublée au-dessus des baux par une serre-gouttière*, et sont encastrés dans deux préceintes du bordé (Steffy 1982 : 79)²⁰.
- 71 Dans le contexte des traditions architecturales de l'Europe de l'Ouest et du Nord, le système des baux traversants de l'épave de Port Berteau II, apparaît comme le plus anciennement attesté. Par ailleurs, il présente le dispositif le plus simple, basé uniquement sur un encastrement des baux dans le bordé, sans appui sur une bauquière ni renfort au moyen d'une courbe de liaison assemblée au bordé et à la membrure. Si, morphologiquement, la tête des baux de l'épave de Port Berteau II est très proche de celle des baux des navires à clin de tradition Scandinave ou des cogues, il est bien évident, cependant, que les systèmes de construction auxquels ces baux sont associés ne se confondent en aucun cas avec celui de notre épave.

3.3.3.7 La fonction des baux

- 72 À ce stade de l'étude, nous nous limiterons à une identification de la fonction des baux à partir des données recueillies lors de la fouille.

Renfort de la coque

- 73 La principale fonction des cinq baux traversants est, à l'évidence, d'ordre structurel. En relation étroite avec les préceintes (virures VR2, VR4 et VR5), les baux agissent comme des renforts et des raidisseurs transversaux de l'ensemble de la coque. Ceci est particulièrement vrai pour l'avant (TRV3 et TRV4) et l'arrière (TRV6 et TRV7) où, suivant le pincement des formes de carène, le bordé, qui présente une courbure et un ployage prononcés, doit être maintenu par des pièces transversales. Mais ce renfort est également essentiel au niveau du bau TRV5, placé dans la partie centrale de la coque, laquelle est non pontée et au maximum de sa largeur.

Support d'un plancher

- 74 Les baux traversants TRV3, TRV5, TRV6 et TRV7 sont dotés aussi d'une fonction secondaire. TRV3 et TRV7 servent ainsi de support et de surface d'assemblage, par clouage principalement, à un plancher de pont qui sera décrit dans un prochain paragraphe (cf. § 3-3.7). À TRV3 sont associés l'extrémité arrière des planches du pont avant et au bau TRV7 les extrémités avant des planches du pont arrière. À TRV5, situé

en avant du milieu de la coque, correspond très probablement un bau de mât comparable à un étambrai*.

- 75 Le bau TRV6, dont l'une des faces présente une série de mortaises destinées à recevoir des pièces de charpente, devait également être doté d'une fonction secondaire particulière qui demeure cependant inconnue.
- 76 Quant à TRV4, en l'absence d'un démontage, il n'a pas été possible d'observer sa face inférieure, qui elle aussi aurait pu présenter des traces révélatrices d'une fonction secondaire déterminée.

3.3.4 Les barrotins

- 77 Deux ensembles de barrotins sont disposés dans la partie avant (TRV1 et TRV2) et arrière (TRV11 et TRV12) de l'épave (**fig. 51**).

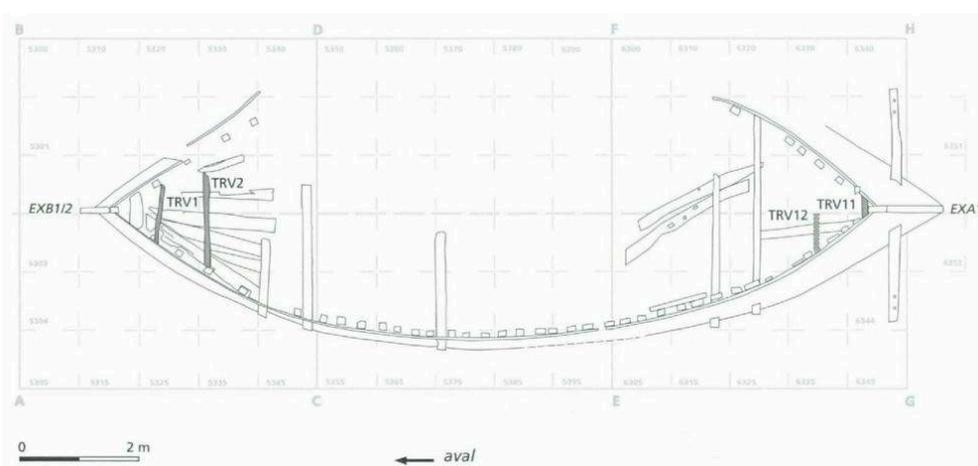


FIG. 51 – Plan de positionnement des barrotins.

3.3.4.1 À l'avant

- 78 TRV1, situé à 65 cm de la face interne de l'étrave (EXB1/2), a une section rectangulaire dont les dimensions moyennes sont de 7 cm de large sur 6 cm d'épaisseur²¹. Plusieurs clous, enfoncés à partir de sa face inférieure, le traversent de part en part (**fig. 52a**). Ils permettent de l'assembler aux planches du pont.

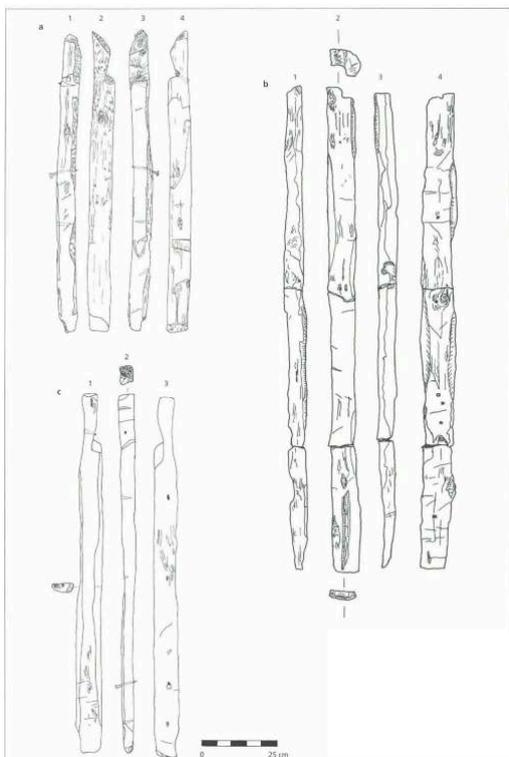


FIG. 52 – Les barrotins : **A** TRV1 (**1** profil, **2** face supérieure, **3** profil, **4** face inférieure) : l'extrémité assemblée à la membrure MBG1 est située en haut ; **B** TRV2 (**1** profil, **2** face supérieure, **3** profil, **4** face inférieure) : l'extrémité encastrée dans la membrure MBG3 est située en haut ; **C** TRV11 (**1** face supérieure, **2** profil, **3** face inférieure) : l'extrémité assemblée à la membrure MBD10 est située en haut.

- 79 La partie conservée de cette pièce (côté rive gauche) est assemblée à la membrure MBG1 au moyen d'une entaille aménagée dans son extrémité (face aval) qui vient s'encastrer dans la face de tour* amont de la membrure MBG1. Un clou, enfoncé à pointe perdue à partir de sa face amont, assure sa fixation. Soulignons que l'entaille présente une inclinaison correspondant au dévoiement de la membrure MBG1.
- 80 Le barrotin TRV2, placé à 1,45 m de la face interne de l'étrave, a une section rectangulaire de 9 cm de large sur 5 cm d'épaisseur (**fig. 52b**). Son extrémité conservée (côté rive gauche) est assemblée à la membrure MBG3 d'une façon opposée à celle du barrotin TRV1. En effet une entaille, dont les dimensions moyennes sont de 5 cm de profondeur, 9 cm de largeur et 6 cm d'épaisseur, est aménagée en partie dans la face de droit interne de la membrure et en partie dans sa face de tour aval. L'extrémité de la pièce transversale TRV2 vient s'encastrer dans cette entaille qui, en l'occurrence, tend à affaiblir fortement la membrure (**fig. 53**). Ce barrotin, situé entre le barrotin TRV1 et le bau traversant TRV3, sert essentiellement de support et de plan de clouage aux planches du pont avant.

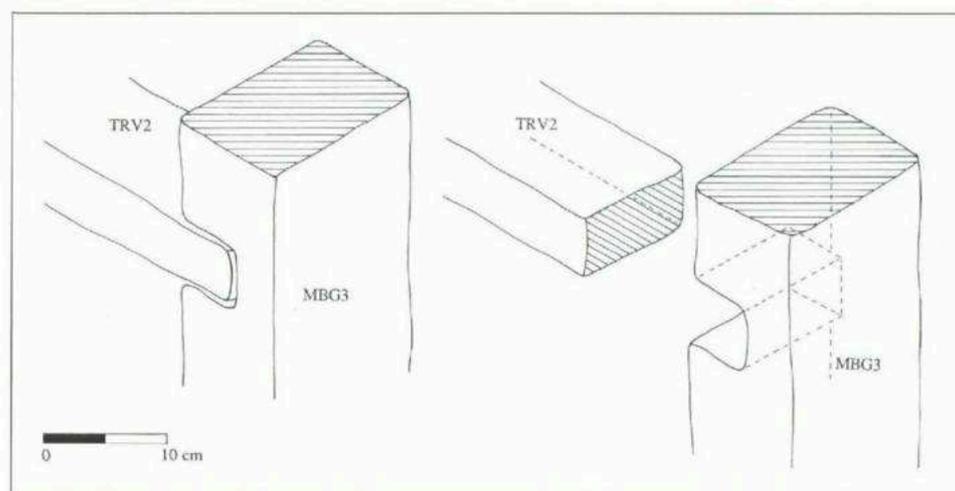


FIG. 53 – Principe de l'assemblage de l'extrémité du barrotin TRV2 dans la membrure MBG3.

3.3.4.2 À l'arrière

81 Deux barrotins (TRV11 et TRV12) sont également associés au pont arrière.

TRV11

82 TRV11, pratiquement préservé dans son intégralité, mesure 1,22 m de long pour une largeur moyenne comprise entre 7 et 8 cm et une épaisseur de 4 à 5 cm (fig. 52c). Située à près de 60 cm de la face interne de l'étambot, cette pièce transversale prend appui sur les faces de tour aval des membrures MBG37 et MBD10. Son extrémité rive gauche ne semble pas ouvragée. Bien que sans contact direct avec la face de tour aval de la membrure MBG37, il est vraisemblable qu'à l'origine le barrotin devait être coincé, sans assemblage ni clouage cependant, sur la membrure et sur la face interne du bordé selon une disposition mécaniquement bien faible²². En revanche, l'extrémité rive droite du barrotin TRV11 est dotée d'une entaille de près de 20 cm de long, encastrée dans la face de tour aval de la membrure MBD10. Un clou, enfoncé à partir de la face aval du barrotin, assemble cette pièce à la membrure.

83 La morphologie de cette extrémité rive droite de TRV11 est très similaire à celle de l'extrémité rive gauche de TRV1, la seule différence étant l'inversion de la position de l'entaille. La position de TRV11 par rapport à la face interne de l'étambot est également très comparable à celle qu'occupe TRV1 par rapport à la face interne de l'étrave. Le rapprochement entre les deux pièces transversales se retrouve aussi au niveau de leur fonction.

84 Sur la face inférieure du barrotin TRV11 est fixée par un clou l'extrémité amont de la planche PLP 10 du pont arrière (cf. fig. 70a). Ce clou a été enfoncé à partir de la face inférieure de la planche du pont et sa pointe dépasse de la face supérieure de TRV11. Trois autres points de clouage, dont l'un avec un clou encore en place, ont été observés. Fait à souligner, la répartition de ces points de clouage est irrégulière : deux d'entre eux – dont celui qui est associé à la planche PLP 10 – sont groupés à l'extrémité rive gauche du barrotin, un troisième se trouve sensiblement au centre et le dernier est situé vers l'extrémité rive droite de la pièce transversale. On peut supposer que les

extrémités non clouées des planches du pont, simplement posées sur le barrotin, venaient se coincer entre celles des planches clouées.

Le barrotin disparu TRV12

- 85 Bien que non conservé, il est vraisemblable qu'un second barrotin, TRV12, se trouvait associé au pont arrière (cf. fig. 51). En effet, la membrure MBG34, placée entre le bau traversant TRV7 et le barrotin TRV11, possède, sur ses faces de tour amont et de droit interne, une entaille de forme triangulaire située à 64 cm de son extrémité supérieure conservée (fig. 54). Large de 7 cm sur sa face de tour et de 11 cm sur sa face de droit, cette entaille a une hauteur de 7 cm au niveau de l'arête amont de la membrure. Aucune trace de clouage ni de chevillage n'a été observée.

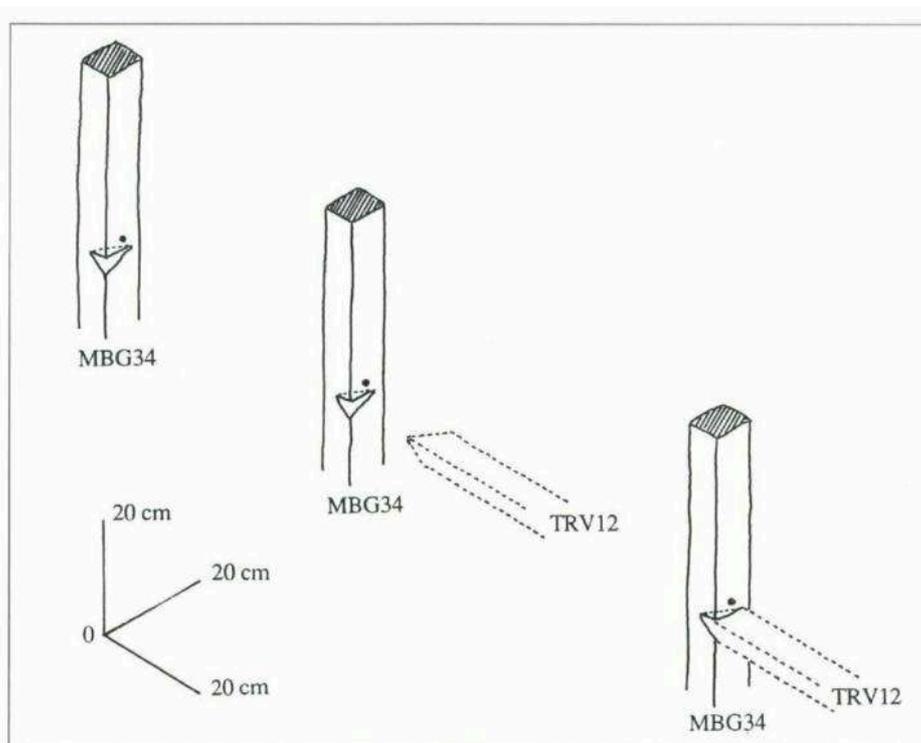


FIG. 54 – Principe de l'assemblage du barrotin non conservé TRV12 dans l'entaille aménagée dans la membrure MBG34.

- 86 Cette entaille semble comparable par sa fonction à celle de forme rectangulaire aménagée dans la membrure MBG3 et servant à l'encastrement, sans clouage ni chevillage, de l'extrémité rive gauche du barrotin TRV2. Deux arguments viennent à l'appui de cette interprétation: d'une part, les deux pièces de charpente transversales TRV2 et TRV12, destinées à soutenir les planches d'un pont, ont été placées entre un barrotin (TRV1 en aval, TRV11 en amont) et un bau traversant (TRV3 en aval, TRV7 en amont); d'autre part, la position du barrotin non conservé TRV12, à près de 1,10 m (de centre en centre) en amont du bau traversant TRW, correspond à un point de clouage relevé sur la planche PLP10 du pont arrière qui est également fixée au bau TRV7 et au barrotin TRV 11.
- 87 Ajoutons que, la face interne du bordé rive droite et les membrures de cette partie de l'épave n'ayant pas été fouillées, il n'a pas été possible d'observer l'éventuelle –et probable– présence d'une entaille aménagée dans la membrure MBD8. Soulignons aussi

que cet assemblage par entailles affaiblit considérablement la membrure MBG34 (14 cm de largeur sur le droit et 11 cm de largeur sur le tour) tout comme, au demeurant, l'assemblage du barrotin TRV2 affaiblit la membrure MBG3. Au regard de cette fragilisation architecturalement illogique, une hypothèse peut être avancée : ce mode d'assemblage ne pourrait-il pas traduire un aménagement postérieur à la construction, et rudimentaire, destiné à diminuer le fléchissement du pont dans sa partie centrale, laquelle se serait trouvée soumise à des contraintes mal évaluées à l'origine ?

- 88 Que les barrotins TRV2 et TRV12 aient été mis en place dès la construction du bateau ou qu'ils aient été ajoutés par la suite, il n'en demeure pas moins que leur position est symétrique, tout aussi symétrique que les barrotins TRV 1 et TRV 11. Se crée ainsi une cohérence architecturale qui répond à celle des baux traversants.

3.3.5 Les pièces EXB3 et EXA3

- 89 Le relevé précis de ces deux fortes pièces de charpente (**fig. 55**) n'a pas été possible en raison de l'étroitesse et de la fragilité de la coque à ses extrémités avant et arrière. La seule solution aurait été de les démonter, solution qui aurait impliqué, au préalable, un long travail de renfort et de soutien de la structure avant et arrière de la coque, autant d'obstacles impossibles à surmonter au regard du temps de fouille et des crédits disponibles pour mener à bien ce programme.

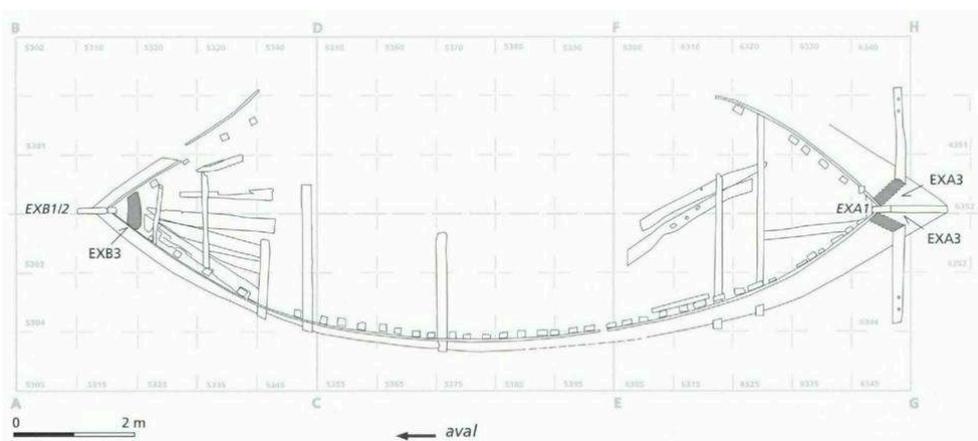


FIG. 55 – Plan de positionnement des pièces de charpente EXA3 (non visible) et EXB3.

3.3.5.7 EXB3

Description

- 90 La pièce EXB3 est située entre les membrures MBG1, MBD1 d'une part et la face interne de l'étrave EXB1/2 d'autre part. Elle se présente sous la forme d'une fourche dont la hauteur totale conservée est de plus de 75 cm (**fig. 56**). Sur sa face amont, la seule observable sans démontage, sa largeur supérieure, au niveau des virures VRG4 et VRD4, est de 60 cm et son épaisseur moyenne de 20 cm. À 50 cm au-dessous de son sommet, la pièce a une envergure transversale de l'ordre de 1,15 m, dimension correspondant à la distance entre la face externe des deux branches. L'épaisseur moyenne sur le tour de chaque branche est de 20 cm. Rappelons que sur une hauteur de 30 cm, chaque branche se prolonge sous le can inférieur des virures VRG1 et VRD1, en formant un apotureau

doté d'une section plus réduite de 18 cm d'épaisseur sur le tour et de 12 cm de largeur sur le droit (cf. fig. 40).

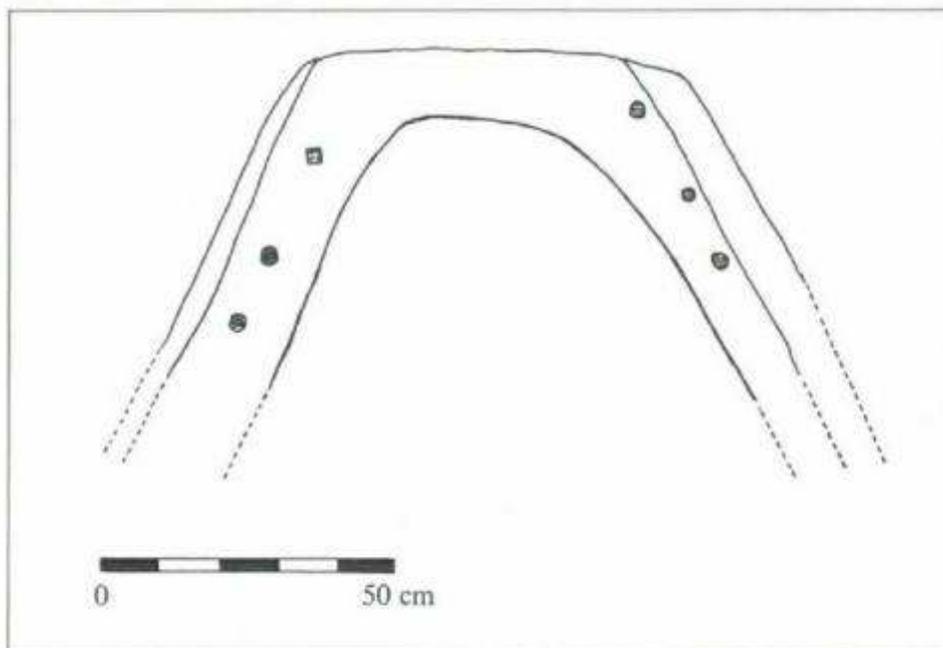


FIG. 56 – La pièce EXB3.

- 91 Une caractéristique importante d'EXB3 concerne l'équerrage de ces deux faces externes de droit. En raison du pincement des formes de la coque à proximité de l'étrave, les charpentiers ont été obligés de les façonner (d'équerrer) selon le plan de la face interne du bordé²³. Lors de la construction de la coque, la pièce de charpente a pu être installée avant ou après la pose du bordé. Dans la première hypothèse, la détermination de l'angle d'équerrage a pu être réalisée à l'aide de lisses* fixées sur la face externe des membrures ; dans la deuxième hypothèse, elle a pu se faire en s'aidant directement du bordé déjà élevé.

Assemblage

- 92 Dans son état de conservation actuel, la pièce EXB3 n'est assemblée qu'au bordé : par trois gournables aux virures VRD1, VRD2 et VRD3, et par deux gournables et un clou aux virures VRG1, VRG2 et VRG3. Le clou fixant la branche d'EXB3 à VRG3 a été enfoncé à partir de la face interne de la pièce. Aucune trace de clouage ou de chevillage n'a été relevée au niveau des virures VRD4 et VRG4.

Identification

- 93 L'identification précise de cette pièce de charpente est délicate dans la mesure où l'on ignore si elle se prolongeait –et jusqu'à quel niveau– au-delà des virures VRG4 et VRD4, ni sous quelle forme elle se prolongeait. Son rôle est, par contre, clairement lisible : à l'évidence, elle vient renforcer transversalement l'extrémité avant de la coque à un endroit particulièrement important, là où vient se refermer la carène. Fonctionnellement, elle peut être comparée, par exemple, à la pièce triangulaire en forme de cloison placée à l'extrémité avant du caboteur de Skuldelev 3. Selon

S. Mc Grail, cette « cloison-membrure » combine à la fois les fonctions d'une membrure et d'un bau (Mc Grail 1987 : 148 ; 1993 : 144). Elle renforce le bordé à un endroit où le ployage des bordages est prononcé, assure une meilleure tenue de l'assemblage des abouts des virures sur l'étrave ou l'étambot, et améliore la cohésion mécanique entre la charpente transversale et le bordé.

- 94 EXB3, fortement échantillonnée, a également une fonction secondaire : l'extrémité inférieure de ses branches formant apotureau peut servir à tourner un cordage. En outre, une autre fonction secondaire pourrait lui être attribuée : celle de point d'amarrage de l'étau* du mât.

3.3.5.2 EX A3

Description

- 95 Dans la partie arrière de l'épave, la pièce EXA3 présente des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles très proches de celles de la pièce avant EXB3. Conservée sur près de 1,40 m de hauteur, elle est disposée verticalement entre les membrures MBG37 et MBD10 d'une part, et la face interne de l'étambot EXA1 d'autre part (fig. 57). Sa largeur au sommet est de 30 cm et son envergure inférieure, au niveau de la face externe des deux branches, est de 1,15 m. EXA3 forme une fourche dont les branches droite et gauche ont une section moyenne de 20 cm d'épaisseur sur le tour pour 18 cm d'épaisseur sur le droit, dimensions proches de celles des branches de la pièce EXB3. L'extrémité inférieure de chacune des branches se prolonge sous le niveau du can inférieur de la dernière virure (VRGO et VRDO) sur une hauteur de 12 cm, en formant un apotureau. Comme pour EXB3, les faces de droit internes d'EXA3 sont équerrées en fonction de l'angle du bordé.

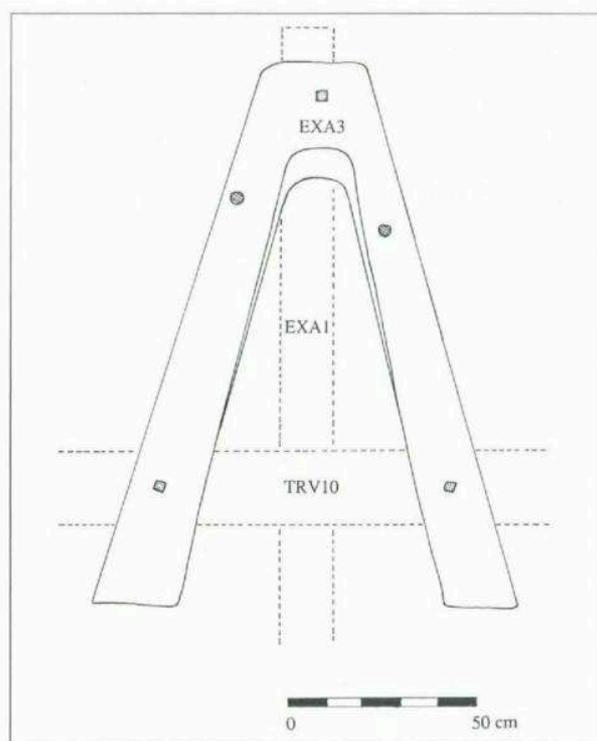


FIG. 57 – La pièce EXA3 (il n'a pas été tenu compte de l'inclinaison latérale de l'épave).

Assemblage

- 96 La partie supérieure d'EXA3 est assemblée à l'étambot par un gros clou enfoncé dans sa face de tour aval, et il est probable que les deux gournables situées dans le haut de chacune des deux branches participent à cet assemblage. EXA3 est également fixée au bordé, mais, à la différence d'EXB3, par une série de clous plantés dans ses deux branches. Enfin, deux entailles aménagées dans la partie inférieure des branches (face de tour amont) servent à l'encastrement de la pièce TRV10.

Identification

- 97 Avec un rôle majeur de renfort transversal de l'extrémité arrière de la coque, la pièce EXA3 représente le parfait symétrique de la pièce de renfort transversal EXB3.

3.3.6 La pièce de support du dispositif de direction TRV10

Description

- 98 Cette forte pièce de charpente (cf. **fig. 44**), intégralement conservée, a une longueur totale de 4,25 m (**fig. 58**). Sa partie centrale, comprise entre les flancs, est rectiligne. En revanche, ses branches, extérieures au bordé, sont dotées d'une légère obliquité. L'angle entre la face aval de chacune de ses branches et la face externe du bordé est d'environ 50°. Si l'on excepte une très légère différence (5 cm) dans leur longueur, la symétrie des deux branches est parfaite.

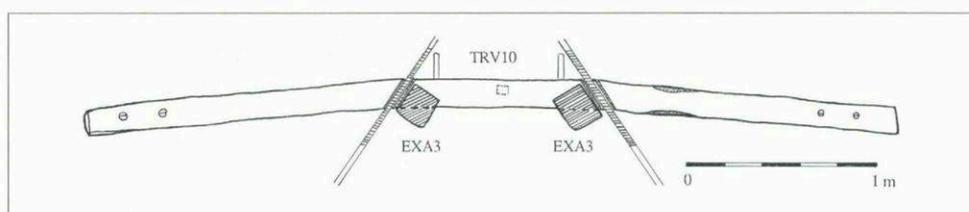


FIG. 58 – La pièce TRV10, encastree dans les bras de la pièce EXA3 (on distingue les deux planchettes situées derriere TRV10).

● La branche rive gauche

- 99 La branche rive gauche a une longueur totale, à partir de la face externe du bordé, de 1,60 m. À son extrémité, sa section est carrée et mesure 14 cm de côté. Au niveau du bordé, son échantillonnage augmente légèrement : sa largeur, stable, est de 14 cm mais sa hauteur s'élève à 18 cm. Cette section rectangulaire se retrouve dans la partie centrale de la pièce.
- 100 Deux caractéristiques sont à noter. Tout d'abord, deux trous de 4 cm de section, à l'intérieur desquels se trouvaient des fragments de gournables brisées, traversent les faces supérieure et inférieure de la pièce (**fig. 59**) ; l'intervalle entre leurs deux axes est de 20 cm ; le plus proche du bordé est situé à 1,15 m de celui-ci ; le second est à 20 cm de l'extrémité de la branche rive gauche de TRV10. Ensuite, à une trentaine de centimètres du bordé, les faces aval et amont de la pièce présentent des traces

prononcées d'usures qui semblent avoir été provoquées par un cordage fortement serré (fig. 60).



FIG. 59 – Gournables brisées à l'extrémité de la branche rive gauche de la pièce TRV10.

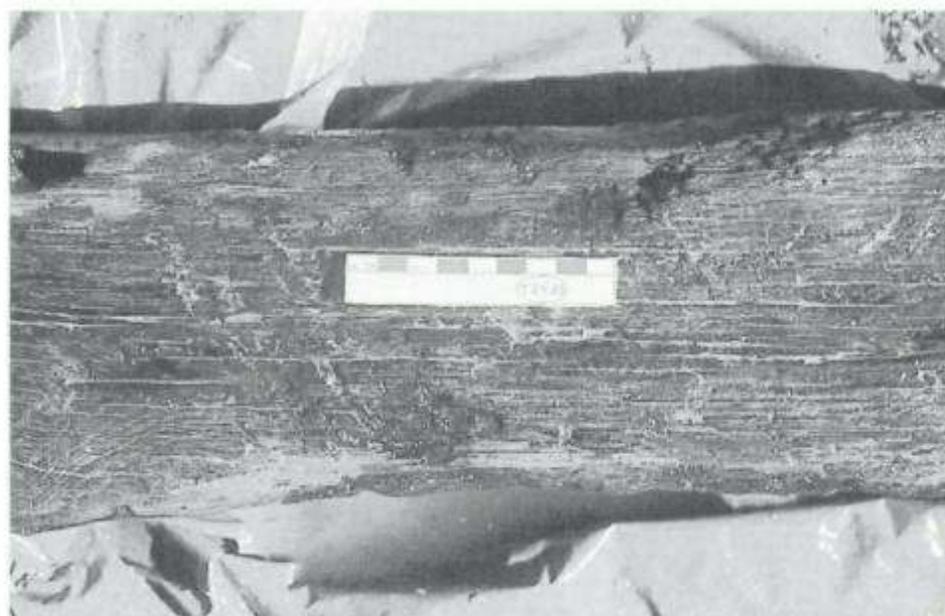


FIG. 60 – Traces d'usures sur la branche rive gauche de la pièce TRV10, à proximité du bordé.

● *La branche rive droite*

- 101 La branche rive droite de TRV10, un peu plus longue que l'autre, a une longueur totale de 1,65 m (fig. 61). À son extrémité, sa section est carrée et mesure 15 cm de côté. Au niveau du bordé, sa section se modifie très légèrement : sa largeur est alors de 16 cm et sa hauteur de 15 cm.

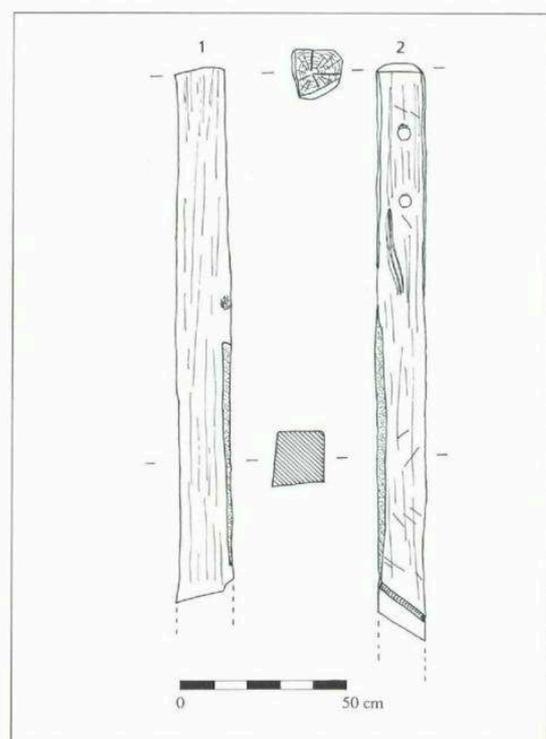


FIG. 61 – Relevé de la branche rive droite de la pièce TRV10 (1 profil, 2 face supérieure).

- 102 À proximité de son extrémité, deux trous de 4 cm de section la traversent de part en part. L'intervalle entre leurs deux axes est de 20 cm. Le plus proche du bordé se trouve à 1,20 m de sa face externe. Le second est situé à 20 cm de l'extrémité de sa branche.
- 103 Dans le trou intérieur, le plus proche du bordé, une grosse gournable longue de 17 cm est presque totalement conservée (**fig. 62**). Son extrémité supérieure, enfoncée dans la branche de TRV10, est longue de 6 cm, mais sa pointe étant cassée, il est probable qu'elle devait traverser à l'origine toute l'épaisseur de la pièce. Son extrémité inférieure se prolonge quant à elle sur une longueur de 11 cm, au-delà de la face inférieure de TRV10. Cette partie saillante est façonnée en quatre pans et sa plus forte section est de 2 cm. La netteté des traces de façonnage sur toute la longueur de la gournable, la conservation parfaite des arêtes des pans de coupe et l'absence de toute trace d'usure semblent indiquer que cette pièce, similaire d'un point de vue morphologique à un cabillot*, a été réalisée peu de temps avant le naufrage du bâtiment.

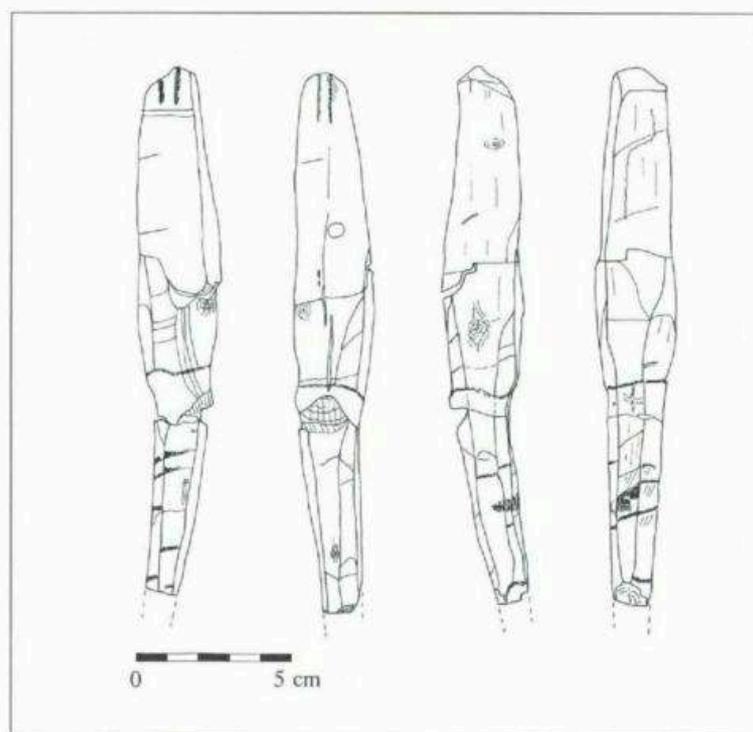


FIG. 62 – Gournable conservée à l'extrémité de la branche rive droite de la pièce TRV10.

- 104 La fonction des quatre gournables situées à l'extrémité des deux branches de la pièce TRV10 est difficile à préciser. Elle pourrait être liée au gréement, et notamment au maintien du mât du bateau.

Assemblage

- 105 TRV10 est disposée par rapport aux bordés rive gauche et rive droite de la même façon que les baux traversants –qui ont presque la même section, soulignons-le. L'entaille aménagée dans chaque branche de la pièce permet d'y encastrer une virure de section rectangulaire (VR1) disposée entre deux virures de section demi-circulaire (VR0 et VR2) (**fig. 63**). Deux différences mineures distinguent cependant son assemblage au bordé de celui des baux : en premier lieu, TRV10 est encastrée dans la virure VR1 alors que les baux le sont dans la virure VR3 ; en second lieu, VR1 n'est pas entaillée mais s'interrompt au niveau de la pièce TRV10. Cette particularité est vraisemblablement liée au pincement des formes de la coque à proximité immédiate de l'étambot. Le ployage, avec un point courbant prononcé, de la virure VR1 entaillée et affaiblie à l'endroit du passage de la pièce TRV10, principe utilisé pour l'encastrement de la tête des baux traversants, aurait sans doute provoqué la cassure de la virure. Pour éviter ce problème, le constructeur a fractionné en deux éléments l'extrémité de la virure, mais ceci a eu pour conséquence de fragiliser l'assemblage de son élément arrière, entre la face amont de la pièce TRV10 et l'étambot EXA1, et de rendre plus incertaine l'étanchéité des joints.

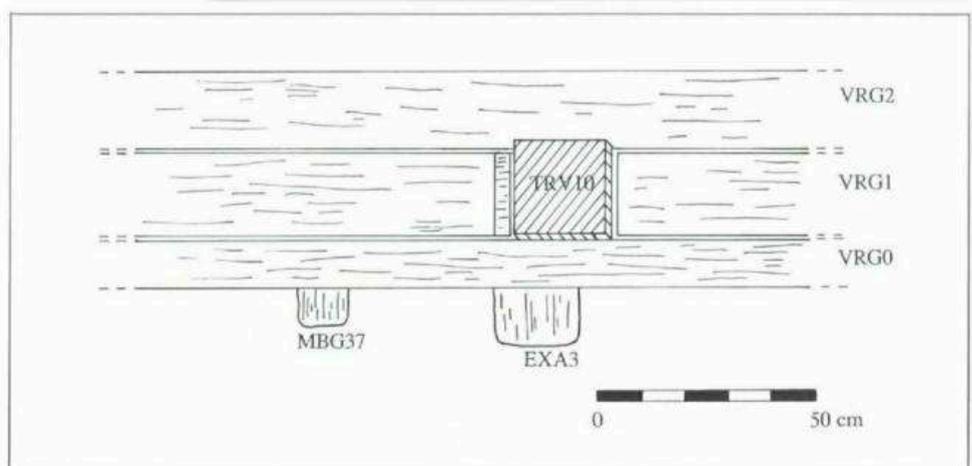


FIG. 63 – Encastrement de la pièce TRV10 dans la virure VRG1.

- 106 À l'intérieur de la coque, la pièce TRV10 est encadrée dans la pièce EXA3 par le biais d'une entaille de 5 à 6 cm de profondeur et de 20 cm de hauteur, aménagée dans la face amont de chaque branche d'EXA3. Un gros clou, enfoncé à partir de la face aval des branches d'EXA3, assure le maintien de TRV10 dans l'entaille.
- 107 Deux caractéristiques sont encore à noter : la face inférieure de TRV10 présente, dans sa partie centrale, une mortaise rectangulaire, de 5 cm de longueur, 4 cm de largeur et 3 à 4 cm de profondeur, destinée à recevoir le tenon d'une pièce de charpente non conservée ; par ailleurs, deux planchettes, reposant sur leur can, sont disposées en arrière de la pièce.

Restitution du schéma de montage

- 108 L'assemblage de la pièce TRV10 au bordé et à la pièce EXA3 permet de proposer deux hypothèses de construction (coque replacée dans sa position d'origine).
- 109 ● Hypothèse 1 : la pièce EXA3 est posée et entaillée pour encastrement de la pièce TRV 10. Le schéma de montage est alors le suivant :
- 1 – pose et assemblage de la virure VR2 aux allonges ;
 - 2 – mise en place de la pièce TRV10 sur le can supérieur de la virure VR2, encastrement dans l'entaille des branches de la pièce EXA3 et clouage ;
 - 3 – pose de la virure VR1 découpée en deux éléments, et assemblage aux allonges ;
 - 4 – mise en place et assemblage aux allonges de la virure VRO ;
 - 5 – clouage des virures sur les faces de droit externes de la pièce EXA3.
- 110 ● Hypothèse 2 : la pièce EXA3 est introduite au cours du montage. Le schéma de montage est alors le suivant :
- 1 – pose et assemblage aux allonges de la virure VR2 ;
 - 2 – mise en place de la pièce TRV10 ;
 - 3 – introduction de la pièce EXA3, encastrement de ses branches dans la pièce TRV10, assemblage et clouage à l'étambot ;
 - 4 – pose et fixation des virures VR1 et VRO de la même manière que dans l'hypothèse 1²⁴.
- 111 L'examen des données archéologiques ne nous permet pas d'opter pour l'une ou l'autre des hypothèses.

Identification

- 112 La question qu'il importe à présent d'examiner est celle de l'identification fonctionnelle de TRV10 qui, par son échantillonnage et son mode d'encastrement, est très semblable aux baux traversants.

● Comparaison ethnologique

- 113 C'est dans le domaine ethnographique que nous trouverons cette fois matière à comparaison. Nombreux en effet sont les exemples qui montrent cette longue et forte pièce de charpente, disposée à proximité de l'étambot et au niveau du pont arrière, servant de support à un gouvernail latéral. C'est sans nul doute l'espace nautique indonésien qui a constitué, jusqu'à une époque récente, le plus remarquable témoin de l'emploi du gouvernail latéral.
- 114 Des exemples d'embarcations et de voiliers indonésiens utilisant, selon les dimensions des unités considérées, un ou deux gouvernails latéraux appuyés sur une longue pièce strictement similaire à TRV 10 ont été publiés récemment par B. Cotre (Corre 1987)²⁵ et P. Piollet (Piollet 1995)²⁶. Les enquêtes de G.A. Horridge fournissent également de multiples illustrations de ce dispositif de gouverne (Horridge 1978 ; 1979 ; 1982). D'autres représentations, tout aussi significatives, proviennent des recherches conduites par F.E. Pâris lors de ses voyages de circumnavigation entre 1826 et 1840 (Rieth 1992 : pl. 91-92, 94, 96, 105).

● Comparaison archéologique

- 115 L'une des rares attestations archéologiques d'un bau servant de support à des gouvernails latéraux est fournie par les épaves 1 et 3 de Mayence (Allemagne) datées du IV^e s. ap. J.-C. (Höckmann 1992 ; Pferdehirt 1995). Selon Olaf Höckmann, l'épave 1 serait un bateau de patrouille fluviale identifié comme une *lusoria*, et l'épave 3 une unité de transport de personnalités. Les deux bâtiments sont dotés à l'arrière d'un long bau traversant pouvant correspondre au *threnus* des sources écrites antiques.

3.3.7 Les ponts

3.3.7.1 Le pont avant

- 116 Dans la partie avant de la coque, huit planches du pont (PLP1 à PLP8) ont été découvertes²⁷ (**fig. 64**). Ces éléments, plus ou moins bien conservés, reposent sur le haut du remplissage de l'épave et sont compris entre la face amont de la pièce EXB3 et le bau traversant TRV3 d'une part, entre les membrures MB1 et MB4 d'autre part. Les planches de la moitié rive gauche (PLP5-PLP8), toujours en place, permettent d'en observer l'organisation (**fig. 65**).

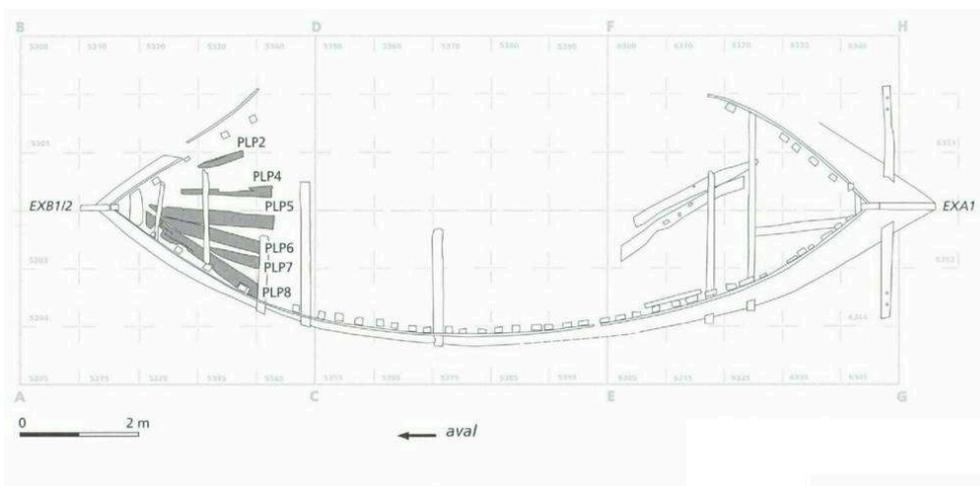


FIG. 64 – Plan de positionnement des planches du pont avant.

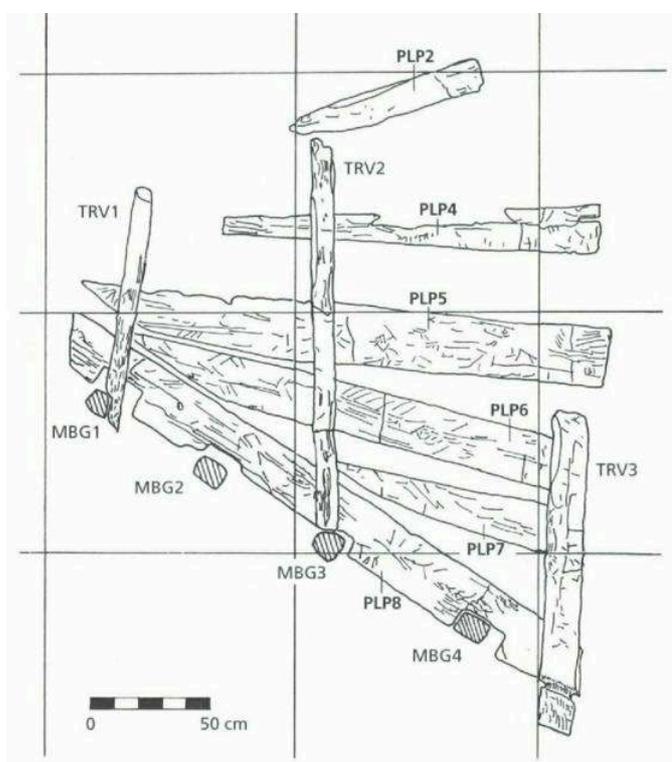


FIG. 65 – Relevé in situ des planches du pont avant avant leur démontage.

Description TABL. II, FIG. 66, 67

- 117 Une planche centrale (PLP5), de 2,13 m de long, est située dans l'axe longitudinal de la coque. Une planche latérale (PLP8), de 2,58 m de long, longe la face interne du bordé rive gauche; son bord externe est doté d'une série d'entailles rectangulaires permettant l'encastrement dans les membrures MBG1 à MBG4. Entre ces deux planches sont disposés, de part et d'autre de la planche centrale PLP5, les quatre autres éléments du pont : PLP6 et PLP7 à gauche, PLP4 et PLP2 à droite.

n°	longueur	largeur	épaisseur	clou	gournable
PLP2	0,80	0,13	0,02	+	+
PLP4	1,50	0,20	0,025	+	+
PLP5	2,13	0,25	0,035	+	+
PLP6	1,92	0,21	0,04	+	+
PLP7	1,09	0,20	0,03	+	+
PLP8	2,58	0,23	0,04	+	-

TABL. II – Principales caractéristiques des planches du pont avant (par longueur, largeur, épaisseur, entendre plus grande longueur, largeur, plus forte épaisseur conservées, en mètres) (+ = oui ; - = non).

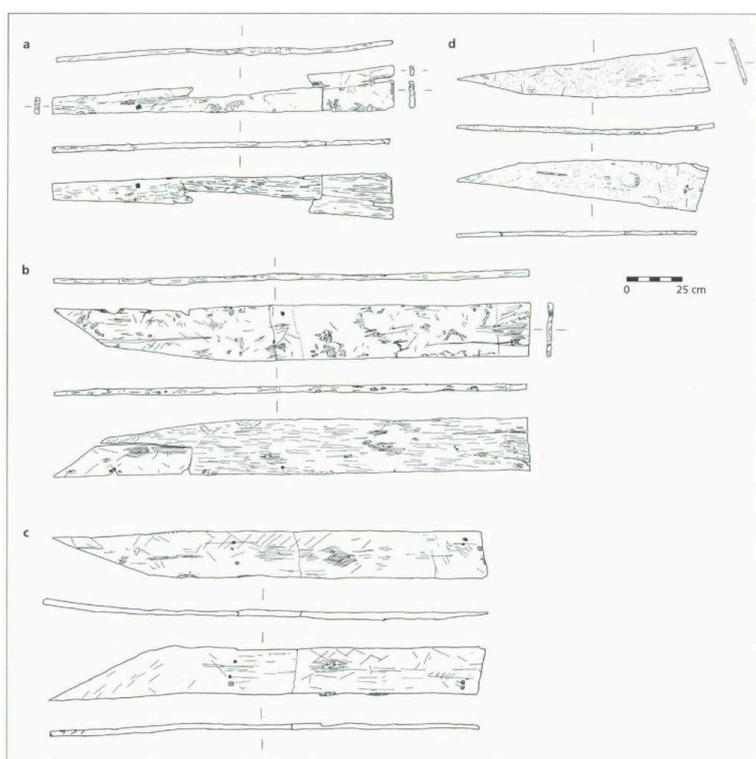


FIG. 66 – Les planches du pont avant (en haut : face supérieure ; en bas : face inférieure) : **A** PLP4, **B** PLP5, **C** PLP6, **D** PLP7.

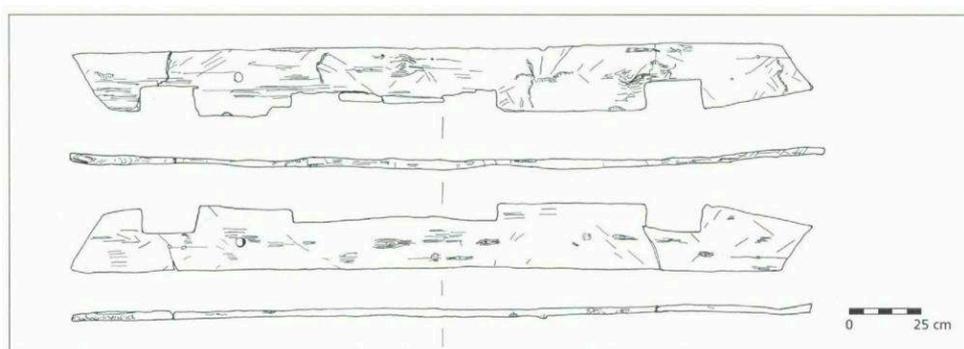


FIG. 67 – La planche du pont avant PLP8 (en haut : face supérieure ; en bas : face inférieure).

- 118 L'assemblage des planches du pont aux barrotins TRV1 et TRV2 et au bau traversant TRV3 (fig. 68) est assuré au moyen de clous et de petites gournables ne dépassant pas 1 cm de section. Dans la majorité des cas, un intervalle de plusieurs centimètres existe entre le clou et la gournable enfoncés à partir de la face inférieure des planches du pont. Exceptionnellement –assemblage de la planche PLP4 au barrotin TRV2–, clou et gournable sont juxtaposés. Il n'a pas été possible de déterminer si ces deux modes d'assemblage sont contemporains de la construction du bateau ou correspondent à des réparations.

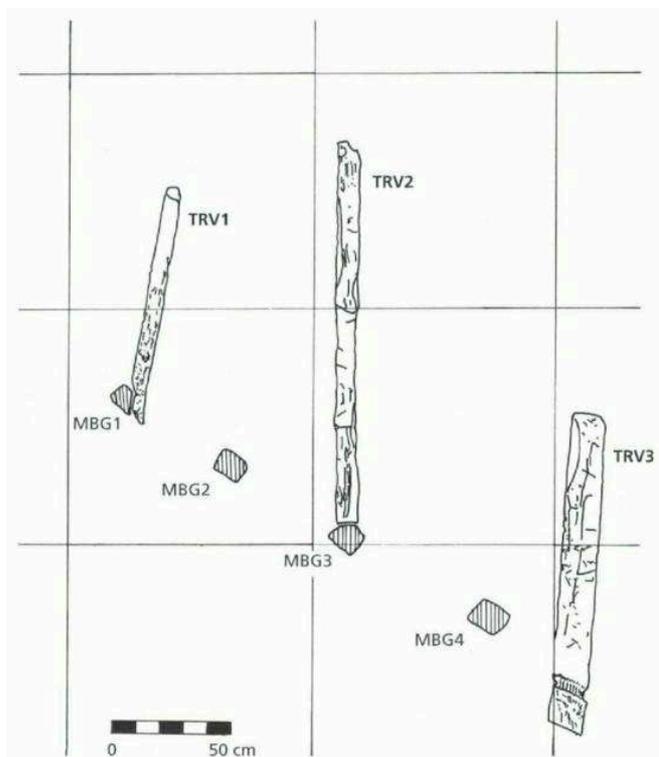


FIG. 68 – Relevé in situ des barrotins TRV1, TRV2 et du bau traversant TRV3 sur lesquels sont assemblées les planches du pont avant.

- 119 Par ailleurs, les surfaces supérieure et inférieure des planches du pont présentent un aspect différent. La surface supérieure est irrégulière, les traces d'outils sont nombreuses et bien conservées. En revanche, la face inférieure est beaucoup plus lisse et régulière et correspond, une fois la coque restituée dans sa position d'origine, à la surface d'utilisation du pont.

Interprétation

- 120 Ce pont, représentant un plan de travail d'environ 3,30 m², est à mettre en relation avec les apotureaux des allonges MB1 et MB2 d'une part, et avec les apotureaux des branches de la pièce EXB3 d'autre part. Au regard de la logique fonctionnelle du bateau, ce pont avant devait servir principalement aux manœuvres de mouillage et d'amarrage. Ajoutons que les deux dernières virures du bordé (VR1 et VR2) forment un pavois* d'une hauteur de 35 cm environ. Ce pavois se réduit au niveau du bau traversant TRV3 et la virure VR1 s'interrompt, marquant la limite arrière du pont.

3.3.7.2 Le pont arrière

- 121 Le pont arrière est très mal conservé (**fig. 69**). Il n'est pas impossible que cet état des vestiges résulte en partie d'une action humaine, déjà évoquée à propos du processus de recouvrement de l'épave (cf. § 2.3-3).

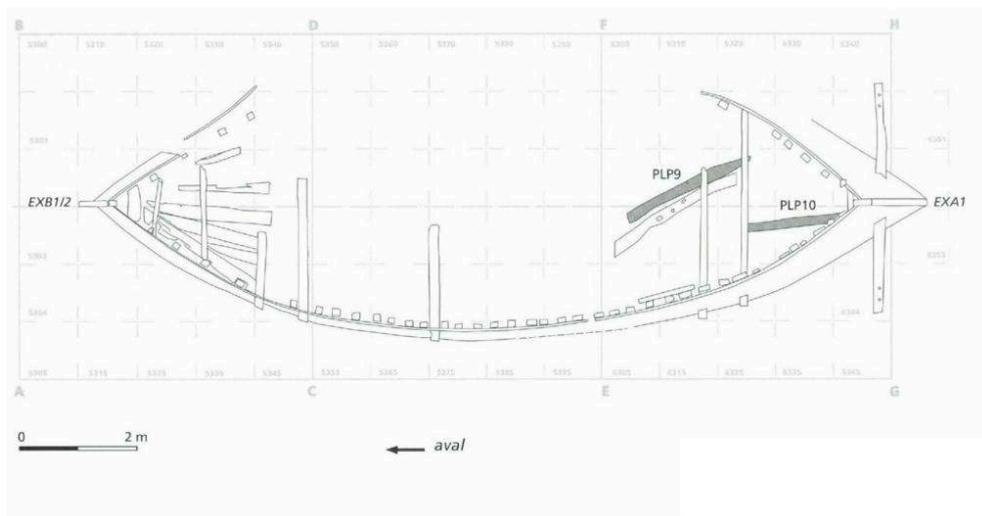


FIG. 69 – Plan de positionnement des planches du pont arrière.

Description

- 122 Le seul élément du pont encore en place est la planche PLP 10. Longue de 2,05 m, pour une largeur comprise entre 14 et 16,5 cm et une épaisseur variant de 1 à 2,5 cm, cette planche possède une extrémité droite au niveau du bau TRV7 et une extrémité en biseau au niveau du barrotin TRV11 (**fig. 70a**). Trois clous, placés à 0,05 m, 1,10 m et 1,85 m de son extrémité aval, et enfoncés à partir de sa face inférieure, fixent la planche PLP 10 au bau traversant TRV7, au barrotin non conservé TRV12 et au barrotin TRV11.
- 123 La planche PLP9 est la seconde à être associée au pont arrière (**fig. 70b**). Longue de 2,15 m pour une largeur comprise entre 20,5 et 21,5 cm et une épaisseur moyenne de 3 cm, elle n'est pas en place. Elle se trouve disposée obliquement par rapport à l'axe de symétrie longitudinale de l'épave, engagée sous les baux traversants TRV6 et TRV7. En outre, elle est inclinée longitudinalement selon la pente générale de l'épave –de l'aval vers l'amont– et latéralement de la rive gauche vers la rive droite. Son déplacement, dans le sens du courant, a dû intervenir au cours du remplissage de l'épave, à un moment où le niveau supérieur de celui-ci se trouvait entre 10 et 20 cm de la face inférieure des baux traversants TRV6 et TRV7.

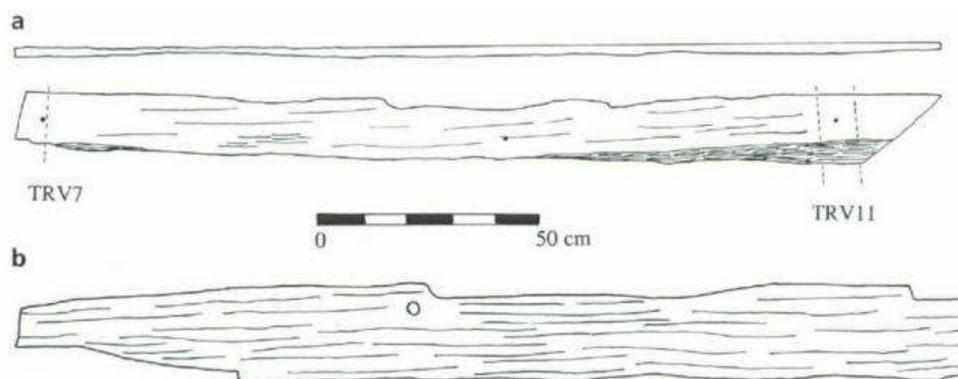


FIG. 70 – Les planches du pont arrière : **A** PLP10, **B** PLP9.

Interprétation

- 124 Ce pont arrière, situé entre le bau traversant TRV7 et le barrotin TRV11, représente une surface de travail d'environ 3,65 m². Il est évident que son utilisation est directement liée à la manœuvre du système de direction du bateau, et probablement aussi à celle de la voile. Sans doute l'occupation régulière du pont arrière pendant la navigation explique-t-elle sa surface légèrement plus importante que celle du pont avant, ce dernier servant à des manœuvres –le mouillage, l'amarrage– qui n'impliquent pas une présence permanente des hommes. Observons également que, symétriquement au pont avant, les trois dernières virures (VR2, VR1 et VR0) forment un pavois de près de 40 cm de hauteur qui entoure le pont arrière jusqu'au niveau du bau traversant TRV6, là où s'interrompent les virures VR1 et VR0.

3.3.7.3 Organisation de l'espace dans la coque

- 125 La conservation, même partielle, des deux ponts de l'épave de Port Berteau II est une donnée très importante, car elle offre la possibilité, rare en archéologie, d'appréhender d'une manière précise l'organisation fonctionnelle de l'intérieur de la coque.
- 126 Celle-ci se compose de deux parties pontées, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, représentant une surface totale de près de 6,95 m², et d'une partie non pontée au centre, comprise entre les baux traversants TRV4 et TRV7. La zone non pontée approche les 34 m², ce qui représente une surface environ cinq fois supérieure à celle des deux ponts. Elle a manifestement pour raison d'être le transport de cargaisons importantes.
- 127 Les deux ponts, en dépit de leur surface réduite, constituent des aires de travail suffisantes pour les hommes chargés de la manœuvre du bateau. Ils conduisent en outre à former deux volumes abrités des intempéries, qui peuvent servir de logement à l'équipage et de soute pour ranger l'équipement du bord. Si ces abris paraissent sommaires, en raison notamment de la faible hauteur sous barrot et de l'étroitesse de l'espace, ils semblent compatibles toutefois avec une navigation de proximité n'impliquant pas de séjours prolongés à bord sans toucher terre.
- 128 Cette organisation de l'espace interne de la coque en trois parties –deux espaces pontés à l'avant et à l'arrière pour les manœuvres et les opérations de conduite du bateau, et un espace non ponté au centre pour le fret– représente une sorte de modèle traditionnel pour les caboteurs. On le retrouve depuis l'Antiquité avec l'exemple de

Kyrenia –un bâtiment du IV^es. av. J.-C.–, jusqu’au début du XIX^e s. avec le bateau de Lanvéoc ou *gabare de la rade de Brest*.

3.3.8 Le bordé à franc-bord

- 129 Si le bordé rive droite de l’épave n’est préservé longitudinalement qu’au niveau des extrémités avant et arrière de la coque, il n’en est pas de même du bordé rive gauche qui est conservé sur toute sa longueur. En outre, la position inclinée de l’épave dans le plan longitudinal a permis la préservation, en élévation, de douze bordages du bordé rive gauche et de neuf bordages du bordé rive droite à l’extrémité arrière de la coque, offrant ainsi la possibilité de recueillir une documentation très complète sur cette composante architecturale du bateau.
- 130 Le bordé est constitué d’un ensemble de bordages disposés à franc-bord. Il n’existe aucune liaison entre les bordages. Chaque bordage à franc-bord, indépendant l’un de l’autre, n’est fixé qu’aux membrures, à l’étrave et à l’étambot.

3.3.8.1 Composition du bordé

Organisation générale

- 131 Le bordé rive gauche comporte une virure supplémentaire au niveau du pont avant (VRG1) et deux virures supplémentaires au niveau du pont arrière (VRG1 et VRG0) (cf. **fig. 28**). Ces virures, formant pavois, s’interrompent au niveau du bau traversant TRV3 –limite du pont avant – et du bau traversant TRV7 –limite du pont arrière. Si l’about de la virure VRG1, au niveau du bau TRV3, est taillé à bord franc, en revanche les abouts des virures VRG1 et VRG0, au niveau du bau TRV7, sont façonnés en sifflet.
- 132 La seconde caractéristique à noter concerne l’existence, selon une organisation déterminée, de virures de section rectangulaire et de virures de section sensiblement demi-circulaire (**fig. 71**).

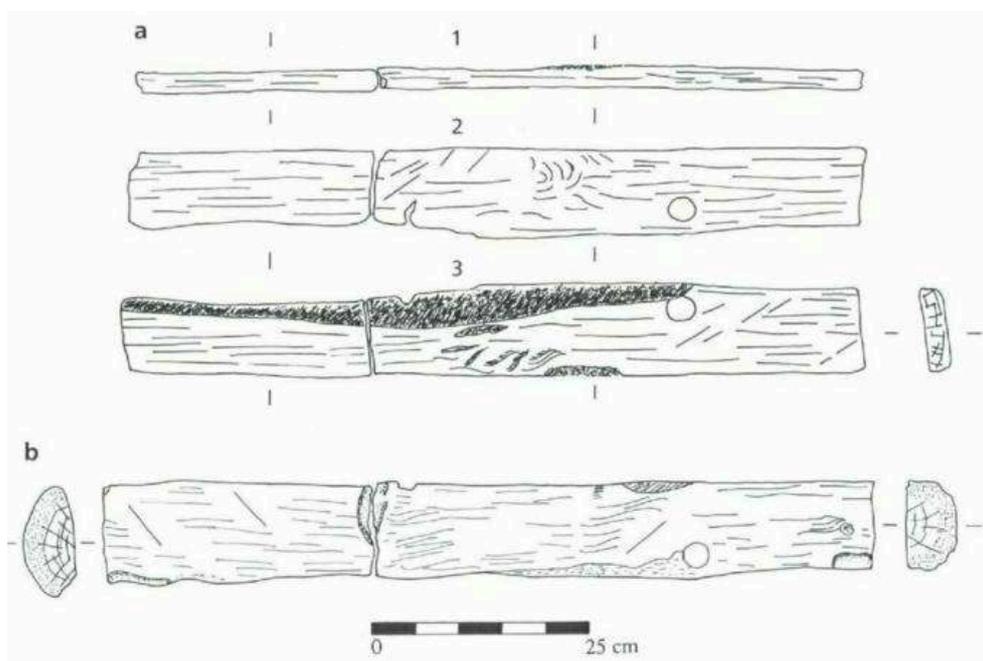


FIG. 71 – Les virures : **A** prélèvement de la virure de section rectangulaire VRD3 (**1** profil, **2** face interne, **3** face externe), des traces de brûlage sont visibles sous le can supérieur ; **B** prélèvement de la virure de section demi-circulaire VRD2.

Épaisseur des virures

- 133 L'épaisseur moyenne des virures constituées de bordages de section rectangulaire est de 3 cm. L'épaisseur moyenne des virures composées de bordages de section demi-circulaire –ceux qui correspondent à des préceintes– se situe entre 5,5 et 6,5 cm. Le rapport entre l'épaisseur moyenne sur le tour des allonges et l'épaisseur des bordages de section rectangulaire est de $1/3,1$. Le rapport entre la largeur moyenne sur le droit des allonges et l'épaisseur des bordages de section rectangulaire est de $1/4,6$. Pour les bordages de section demi-circulaire, les rapports se situent entre $1/1,4$ et $1/1,7$ –épaisseur moyenne sur le tour des allonges/épaisseur des bordages– et $1/2,1$ et $1/2,5$ –largeur moyenne sur le droit des allonges/épaisseur des bordages.
- 134 Ces valeurs peuvent être comparées avec celles des exemples déjà cités lors de la description de la membrure (cf. § 3.3.2.1). Dans l'épave de Blackfriars 1, les rapports entre la largeur sur le tour des allonges et l'épaisseur moyenne des bordages sont compris entre $1/2,04$ et $1/2,50$ (Marsden 1994 : 39-40)²⁸. Les rapports entre l'épaisseur sur le droit des allonges et l'épaisseur moyenne des bordages se situent entre $1/3,04$ et $1/4,80$, rapports qui, à la différence des premiers, sont plus proches de ceux de l'épave de Port Berteau II.
- 135 Dans le bateau de Lanvéoc, le rapport entre la largeur sur le tour des allonges et l'épaisseur des bordages est de $1/2,10$ (Boudriot, Berti 1988 : 41)²⁹. Celui entre l'épaisseur sur le droit des allonges et l'épaisseur des bordages est de $1/2,90$. Le rapport entre la largeur sur le tour des allonges et l'épaisseur des préceintes est de $1/1,08$. Celui entre l'épaisseur sur le droit des allonges et l'épaisseur des préceintes est de $1/1,50$. Les écarts avec les rapports observés sur l'épave de Port Berteau II sont nets.

n° virure	rectangulaire	demi-circulaire
VRG11	+	-
VRG10	+	-
VRG9	+	-
VRG8	+	-
VRG7	-	+
VRG6	+	-
VRG5	-	+
VRG4	-	+
VRG3	+	-
VRG2	-	+
VRG1	+	-
VRG0	-	+

TABL. III - Section des virures du bordé rive gauche (+ = oui ; - = non).

- 136 Dans le cas de l'épave de Skuldelev 3 (Olsen, Crumlin-Pedersen 1968 : 123), le rapport entre la largeur sur le tour des allonges et l'épaisseur moyenne des bordages, mesurée au centre³⁰, est compris entre 1/2,1 et 1/2,4. Celui entre l'épaisseur sur le droit des allonges et l'épaisseur moyenne des bordages se situe entre 1/1,5 et 1/2. Ces rapports sont également différents de ceux de l'épave de Port Berteau II.
- 137 Dans l'exemple de l'épave de Kyrenia (Steffy 1985 : 79)³¹, le rapport entre la section carrée des allonges et l'épaisseur moyenne des bordages est de l'ordre de 1/2,10. Pour les préceintes, le rapport est de 1/1,06. Dans les deux cas, ces rapports sont différents de ceux observés dans l'épave de Port Berteau II.
- 138 À l'examen de ces quelques exemples, on constate que les rapports entre la section des allonges et l'épaisseur des bordages de l'épave de Port Berteau II sont les plus élevés, à l'exception des rapports entre l'épaisseur sur le droit des allonges et celle des bordages de l'épave de Blackfriars 1. Cette relation particulière semblerait traduire, en termes d'échantillonnage des pièces de charpente tout au moins, une fonction structurelle privilégiée de la membrure par rapport au bordé. A cet égard, il est intéressant de constater que dans l'exemple du bateau de Lanvéoc, parfaite illustration pourtant d'une construction sur quille de principe « membrure première », les rapports entre les sections des allonges et celle du bordé sont moins forts que ceux que nous avons relevés dans l'épave de Port Berteau II³².

Disposition des virures

- 139 Considérons à présent le plan du bordé en fonction de la disposition des virures de section rectangulaire et demi-circulaire (**fig. 72**), en nous attachant tout particulièrement à la partie amont du bordé rive gauche où douze virures sont conservées en élévation (**tabl. III**).

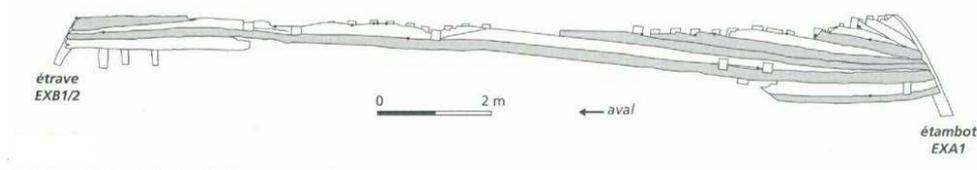


FIG. 72 – Relevé en développé du bordé rive gauche : en gris, les virures de section demi-circulaire ; en blanc, les virures de section rectangulaire.

- 140 Les quatre virures supérieures VRG11, VRG10, VRG9 et VRG8, possèdent toutes une section rectangulaire dont les faces externes s'inscrivent dans un même plan. À partir de VRG7, de section demi-circulaire, le bordé présente une alternance de virures de section rectangulaire et de virures demi-circulaires à l'exception des deux virures successives VRG5 et VRG4 qui ont une section demi-circulaire. Ces deux dernières virures, constituant une double préceinte, correspondent manifestement à un renfort longitudinal de la coque en relation avec les cinq baux traversants encastrés dans la virure de section rectangulaire VRG3.
- 141 Si, retournant le bateau, on lui restitue sa position initiale, cette partie du bordé faisant alterner les deux types de virures paraît se situer, pour une moitié de la coque, au-dessus de la ligne de flottaison. Dans cette perspective, la virure demi-circulaire VRG5 pourrait correspondre à une préceinte basse, la plus proche de la flottaison. D'un point de vue structurel, l'organisation du bordé semble donc correspondre à des choix techniques précis.

Longueur des virures TABL. IV

- 142 Les deux virures VRG2 et VRG3, intégralement conservées en longueur, ont des dimensions sensiblement comparables. Si la virure VRG2 est d'un seul brin, VRG3 en revanche est constituée de deux bordages de longueur différente –celui d'amont mesurant près de 9 m de long–, assemblés par un écart en sifflet. De telles longueurs impliquent des arbres dotés d'un fût droit conséquent. La virure VRG1, quant à elle, est en deux parties correspondant aux ponts avant et arrière, la longueur de chaque bordage étant pratiquement identique (la différence n'est que de 5 cm). Enfin, la virure VRG0, présente uniquement dans la partie arrière de la coque au niveau du pont, a une longueur tout à fait similaire à celle des deux bordages de la virure VRG1.

n° virure	longueur totale	longueur aval conservée	longueur amont conservée
VRG11	-	-	0,85
VRG10	-	-	1,20
VRG9	-	-	0,60
VRG8	-	-	1,60
VRG7	-	-	2,40
VRG6	-	-	3,60
VRG5	-	-	5,25
VRG4	-	2,40	6,50
VRG3	15,25	-	-
VRG2	15,45	-	-
VRG1 aval	3,45	-	-
VRG1 amont	3,50	-	-
VRG0	3,45	-	-

TABL. IV – Longueur développée, en mètres, des virures du bordé rive gauche (les dimensions sont prises au niveau du can inférieur) (– = sans objet).

Position et forme des bordages

- 143 Un autre aspect significatif du bordé concerne la position et la forme des bordages aux deux extrémités du bateau. En considérant le plan développé du bordé rive gauche, à proximité de l'étambot (**fig. 73**), on constate, tout d'abord, que les trois virures inférieures (VRG0, VRG1 et VRG2) sont disposées sensiblement à l'horizontale, et que leurs cans sont dotés d'une légère courbure. Les virures suivantes (VRG3-VRG5), ont une position proche des précédentes, avec cependant une amorce d'inclinaison. En revanche, VRG6 présente une inclinaison beaucoup plus nette qui s'accroît au niveau de VRG7 pour atteindre son maximum avec les quatre virures supérieures (VRG8-VRG11). Cette variation très nette de la position des bordages par rapport à l'horizontale semble être liée à la modification des formes de la carène, et en particulier au pincement des volumes à proximité de l'étambot. Ce pincement, dont le coefficient varie selon le niveau de la coque considéré, serait ainsi, au regard du plan du bordé, beaucoup plus fort dans les fonds de la carène –correspondant aux virures VRG8 à VRG11– que dans les hauts.

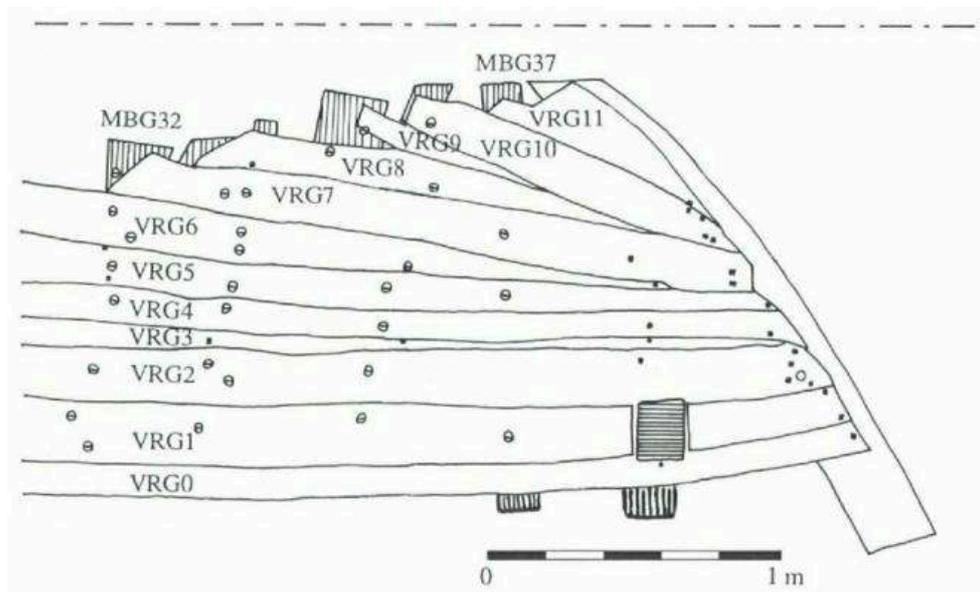


FIG. 73 – Relevé en développé de la partie arrière du bordé rive gauche près de l'étambot EXA1.

- 144 Une autre caractéristique importante de la forme des bordages est fournie par leur largeur à proximité des extrémités de la coque et par la façon dont ils s'achèvent, ou non, sur les joues de l'étrave et de l'étambot.
- 145 Prenons encore une fois l'exemple de la partie arrière du bordé rive gauche, la mieux conservée (tabl. v ; fig. 74). La largeur de certaines virures, notamment VRG0, VRG1, VRG2, VRG4 et VRG7, demeure relativement stable. Celle de VRG3 est très réduite : elle mesure 10 cm de large à 3 m de l'étambot. Enfin, et il s'agit sans doute de la caractéristique la plus importante, plusieurs virures se terminent en pointe, soit directement sur l'étambot (VRG3 et VRG11), soit à une certaine distance de celui-ci (VRG6, VRG8 et VRG9). Cette dernière particularité semble résulter de la variation des formes entre la partie centrale de la carène, aux capacités généreuses, et son extrémité arrière, beaucoup plus pincée. On note en effet que la réduction du volume de la coque s'effectue corrélativement à celle de la surface développée du bordé à l'approche de l'étambot. Or pour obtenir cette forme, la solution la plus logique techniquement consiste à diminuer la largeur de certaines virures en fonction de la réduction de la surface développée du bordé³³.

n° virure	largeur sur EXA1	largeur à 1 m de EXA1	largeur à 2 m de EXA1	largeur à 3 m de EXA1
VRG11	en pointe	–	–	–
VRG10	10	–	–	–
VRG9	–	7	–	–
VRG8	–	3	12	–
VRG7	13	18	16	–
VRG6	–	3	15	17
VRG5	7	8	13	16
VRG4	12	9	10	11
VRG3	en pointe	4	5	10
VRG2	15	20	18	17
VRG1	16	19	22	21
VRG0	9	8	8	11,5

TABL. V – Largeur, en centimètres, des virures du bordé rive gauche à proximité de l'étambot EXA1 (– = virure non conservée).

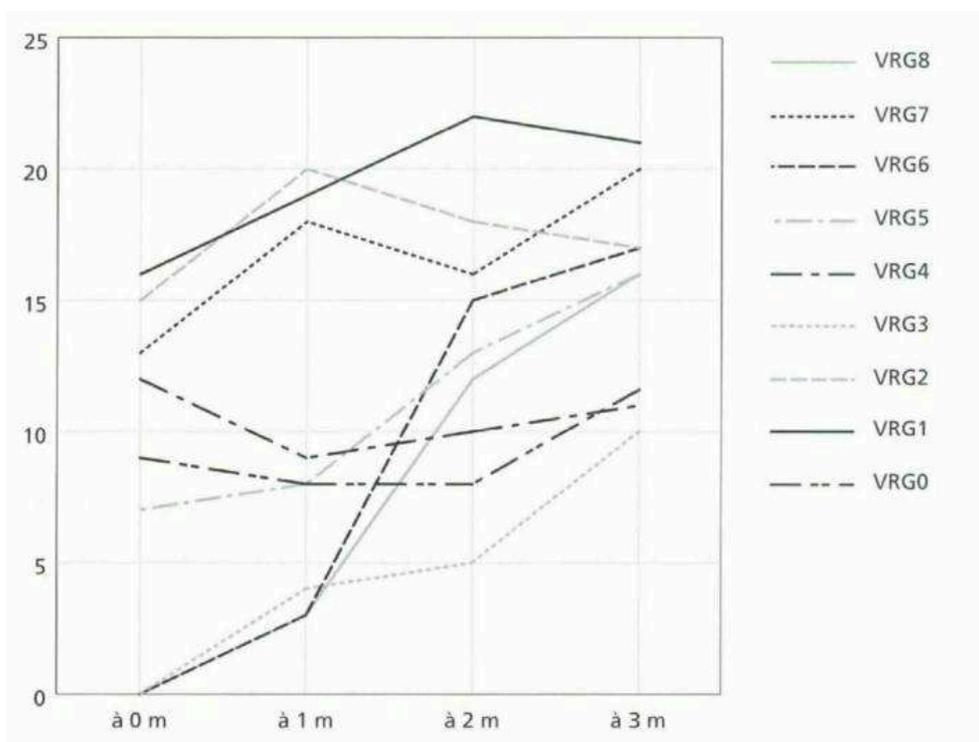


FIG. 74 – Largeur des bordages VRG0 à VRG8. L'origine, en abscisse, se situe au niveau de la râblure de l'étambot.

- 146 Au regard de la légère courbure des cans des virures VRG0, VRG1 et VRG2, de la modification de la largeur de la majorité des autres virures et de l'about en pointe de certaines d'entre elles, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que « la surface extérieure d'un bateau en formes n'est pas ce que l'on appelle une surface développable, c'est-à-dire applicable sur un plan ; par contre, une simple planche dégauchie et rabotée, que l'on plie ou que l'on tord, est une surface développable puisque lorsque cesse la sollicitation, elle reprend sa forme plane. Toute l'astuce sur laquelle repose l'opération de border un bateau est de décomposer sa surface en un certain nombre de surfaces pratiquement développables [...] » (Le Bot 1975 : 39). Pour pouvoir développer une virure qui, dans l'espace, est généralement une courbe plus ou moins gauche, c'est-à-dire qui n'est pas contenue dans un même plan, il faut lui donner une forme particulière obtenue par une opération appelée *brochetage**. Certaines virures du bordé de l'épave de Port Berteau II, dont la largeur varie, semblent avoir été soumises à cette opération délicate à réaliser et caractéristique de techniques en usage dans les chantiers navals, ceux de tradition maritime principalement.
- 147 Si l'on compare le plan du bordé rive gauche à proximité de l'étrave EXB1/2 à celui du bordé rive gauche à proximité de l'étambot EXA1, on constate, outre l'absence de la virure VRG0, quelques légères différences, concernant notamment le brochetage, liées à une modification un peu différente des formes entre l'avant et l'arrière de la coque. En revanche, l'about aval de la virure VRG3 s'achève pratiquement en pointe sur l'étrave d'une façon comparable à l'about amont de cette même virure.
- 148 La comparaison entre le plan du bordé rive gauche et celui des éléments avant et arrière, –les seuls préservés– du bordé rive droite fait apparaître une relative symétrie entre les deux côtés de la partie avant de l'épave (fig. 75). La symétrie est très imparfaite, en revanche, entre les deux côtés de la partie arrière (cf fig. 73 ; fig. 76) :

- la virure VRD5 est de section rectangulaire ; elle est placée au-dessus de la virure VRD4, dont la section est demi-circulaire ; cette disposition est en opposition avec ce que l'on peut observer sur le bordé rive gauche où VRG4 et VRG5 ont toutes deux une section demi-circulaire ;
- l'about en pointe de la virure VRD6 se trouve à près de 90 cm de la râblure de l'étambot alors que celui de VRG6 n'en est distant que d'une vingtaine de centimètres ;
- la virure de section rectangulaire VRD5 présente un écart³⁴ ;
- le can inférieur de la virure VRD4 a fait l'objet d'une réparation (VRD4A).

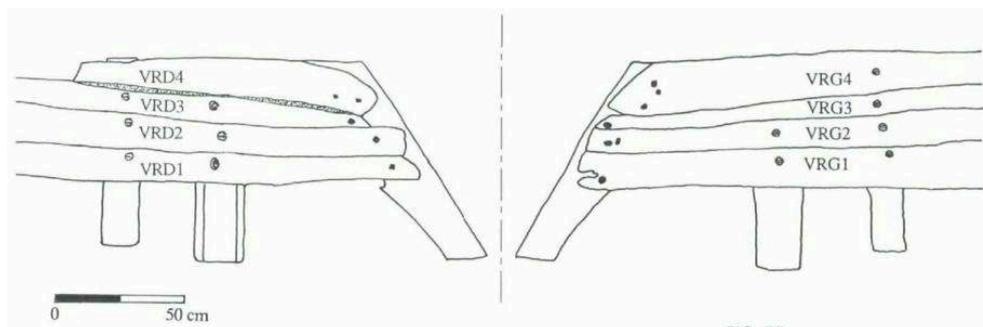


FIG. 75 – Relevé en développé de la partie avant du bordé près de l'étrave EXB1/2.

- 149 Mais, au-delà de ces différences, il existe une certaine symétrie entre les virures VRGO et VRDO, VRG1 et VRD1, VRG2 et VRD2 ou encore VRG7 et VRD7. Ces deux dernières virures, de section demi-circulaire, sont particulièrement importantes puisqu'elles pourraient correspondre aux préceintes les plus basses.

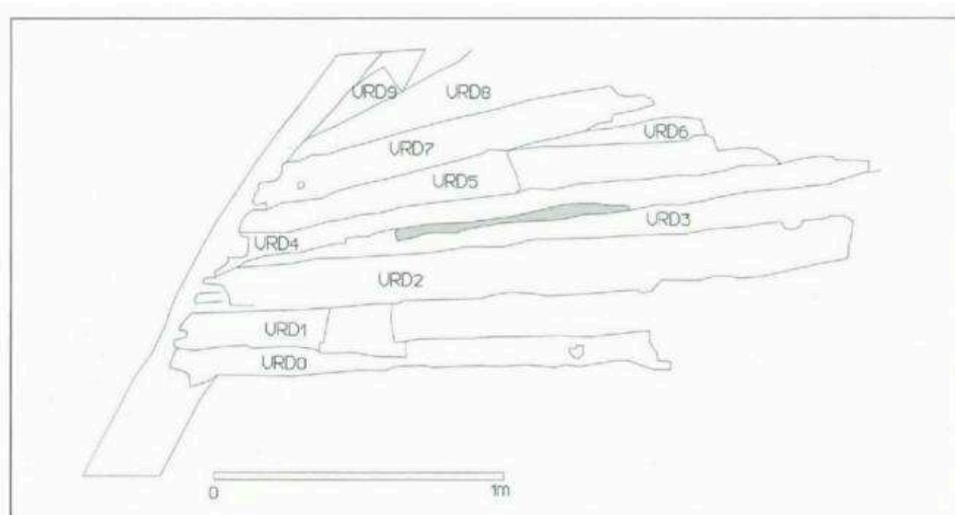


FIG. 76 – Relevé en développé de la partie arrière du bordé rive droite près de l'étambot EXA1 : en grisé, la réparation VRD4A.

- 150 Si, au regard des pratiques consignées dans les traités d'architecture navale d'époque moderne ou des maquettes conservées dans les musées, ces différences entre les bordés peuvent paraître singulières, on constate, en revanche, qu'elles sont fréquemment attestées dans les sources archéologiques. À cet égard, le cas des épaves antiques méditerranéennes est particulièrement intéressant dans la mesure où elles appartiennent à un système architectural de principe « bordé premier » dans lequel le bordé occupe une position essentielle conceptuellement et structurellement. Or, ces bâtiments n'échappent pas à ces irrégularités dans la composition du bordé. Cette

asymétrie entre les plans des bordés bâbord et tribord a été ainsi identifiée dans les épaves de Kyrenia (Steffy 1985 : 78-79), de la Madrague de Giens (Pomey 1988 : 406) ou encore du Dramont E (Santamaria 1995 : 134, 142). Elle est généralement interprétée, non comme le signe d'une « mauvaise » construction, mais comme la conséquence directe de la qualité, plus ou moins bonne, des approvisionnements* en bois.

3.3.8.2 Ecarts et réparations du bordé

Écarts

● Sur VRG3

- 151 Sur le bordé rive gauche, le seul écart observé entre deux bordages d'une même virure est situé entre les membrures MBG 13 et MBG15 (**fig. 77**) sur la virure VRG3, l'une des deux à être conservée sur toute sa longueur. Cet écart en sifflet mesure 75 cm de long. Il s'étend de la face inférieure amont du bau traversant TRV5 (can inférieur de la virure VRG3) au centre de la membrure MBG 15 (can supérieur de la virure VRG3).

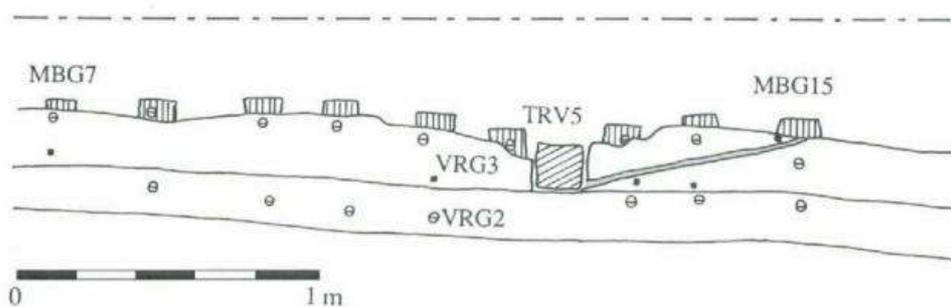


FIG. 77 – L'écart en sifflet (en gris) de la virure VRG3 au niveau du bau traversant TRV5.

- 152 Dans sa partie supérieure, l'écart est fixé par deux gournables aux membrures MBG13 et MBG14, et par un clou à la membrure MBG15. Ce clou, enfoncé comme les autres à partir de la face externe du bordé, maintient la pointe du bordage (**fig. 78**). Dans la partie inférieure de l'écart, l'assemblage est inversé : il est fixé aux membrures MBG13 et MBG14 au moyen de deux clous, et à la membrure MBG15 par une gournable. Le choix de la nature de l'assemblage –par un clou ou une gournable– répond à une nécessité technique, celle d'éviter un affaiblissement, voire une fissuration ou un éclatement du bois, lors de la fixation de l'écart. Le clouage aux membrures MBG 13 et MBG15 est ainsi lié à la proximité des pointes de l'écart, qui offrent une surface de clouage très réduite. Le clouage à la membrure MBG14 s'explique, quant à lui, par sa localisation au bord du can inférieur de la virure VRG3.

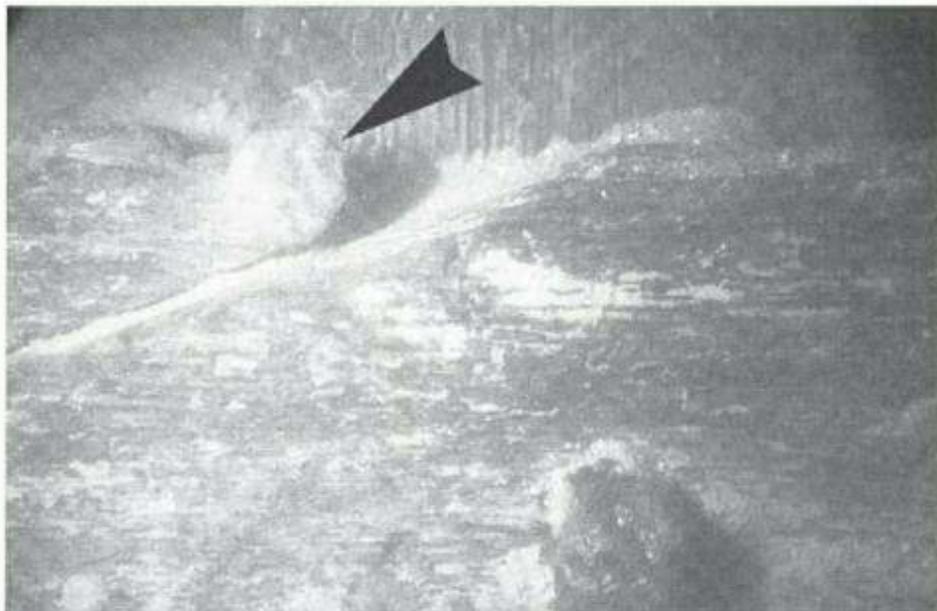


FIG. 78 – Clou d'assemblage de l'écart de la virure VRG3 dans l'allonge MBG15.

- 153 La longueur totale en développé de VRG3 est de 15,25 m. Le centre de l'écart en sifflet est situé à 6,90 m de l'about aval de cette virure –côté étrave– et à 8,35 m de son about amont –côté étambot. Placé dans la partie centrale de la coque où les efforts de ployage de la virure VRG3 sont atténués, l'écart ne devait pas être soumis à des contraintes de tension très fortes. En revanche, la présence du bau traversant TRV5 devait le soumettre à des efforts importants et affaiblir, en conséquence, la virure.

● **Sur VRD5**

- 154 Sur le bordé rive droite, un seul écart entre deux bordages d'une même virure a été observé : sur VRD5 –virure de section rectangulaire. Cet écart simple, dont les bouts taillés en biseau se recouvrent sur quelques centimètres, est placé à 1 m de la râblure de l'étambot EXA1. Il est fixé à la membrure MBD10 par deux clous (**fig. 79**).

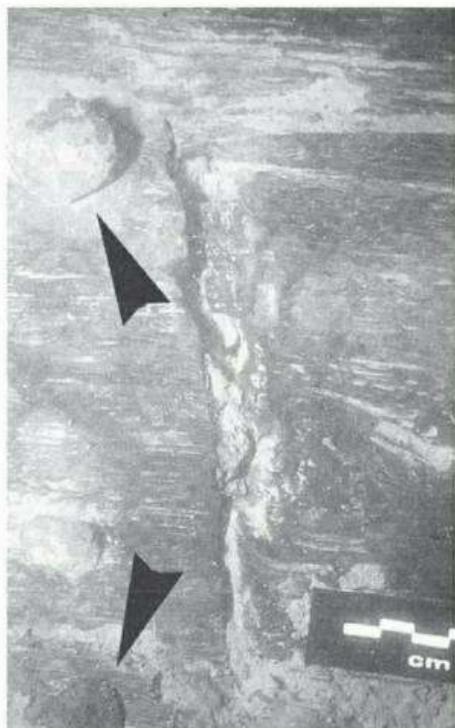


FIG. 79 – Clous d'assemblage de l'écart de la virure VRD5 dans l'allonge MBD10.

Réparations

- 155 Le bordé rive gauche et la partie arrière du bordé rive droite présentent plusieurs réparations qui prennent la forme de baguettes de quelques centimètres de haut et de plusieurs dizaines de centimètres de long disposées le long du can supérieur ou inférieur d'une virure. De telles réparations ont été observées entre les baux traversants TRV6 et TRV7 le long du can inférieur de la virure VRG3 (sur une longueur de 60 cm), le long du can inférieur de la virure VRG8 entre les membrures MBG33 et MBG35, ou encore le long du can inférieur de la virure VRD4 entre les membrures MBD10 et MBD9. La première et la dernière sont simplement encastrées et généreusement calfatées*. La deuxième, par contre, est maintenue par un clou enfoncé dans la membrure MBG34. Toutes trois étaient vraisemblablement destinées à compenser un manque de bois au niveau d'un joint entre deux bordages ou éventuellement à garnir un vide résultant de la dégradation d'un can.
- 156 Une réparation beaucoup plus importante a été observée sur la virure VRG5, entre les membrures MBG30 et MBG34 (**fig. 80**) : le bordage est fissuré en biais sur une longueur de près de 1,45 m, et une garniture triangulaire, comparable à un rombaillet*, de 1,10 m de long sur 8 cm de large à sa base, est encastrée dans le bordage. La base de cette garniture, au droit de MBG30, est assemblée au bordage par un écart vertical. Son sommet s'achève sur le can supérieur de la virure VRG4, au niveau de la membrure MBG33. Deux clous fixent cette réparation, abondamment calfatée, aux membrures MBG31 et MBG32. Par ailleurs, deux autres clous situés dans la moitié supérieure de la virure VRG4, au-dessus de la réparation, renforcent cette partie fragilisée du bordé : un clou dans la membrure MBG31 et un autre dans la membrure MBG32. Ce clouage, effectué d'une façon très régulière³⁵, se juxtapose au chevillage – à l'aide de

gournables – qui constitue, comme nous allons le voir, le système d'assemblage dominant du bordé aux membrures. Ajoutons que rien ne permet de savoir s'il s'agit d'une réparation contemporaine de la construction du bâtiment ou postérieure à celle-ci.

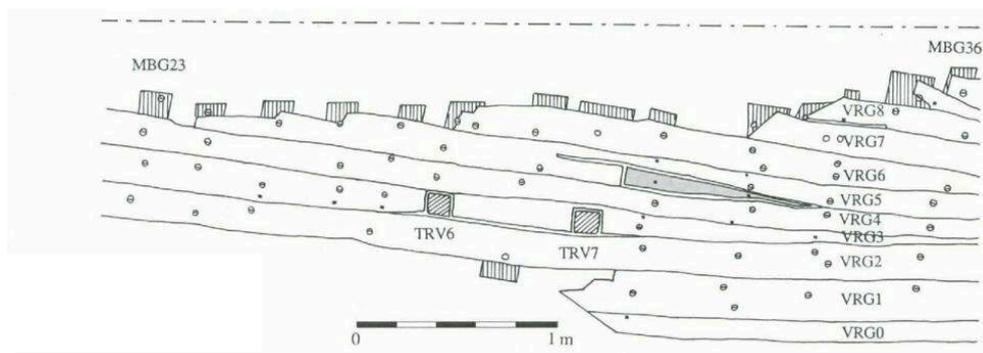


FIG. 80 – Relevé en développé de la partie centrale du bordé rive gauche : en gris, la réparation triangulaire dans la virure VRG5.

3.3.8.3 L'assemblage du bordé à la charpente

Fixation aux membrures

- 157 L'assemblage du bordé aux membrures a fait l'objet d'une observation systématique complétée par l'étude d'un prélèvement de la coque réalisé sur la partie aval du bordé rive droite (fig. 81a).

● *Description*

Les gournables

- 158 Dans la plupart des cas, les bordages à franc-bord, qui ne sont pas liés entre eux, sont assemblés aux membrures au moyen de gournables (fig. 81c). Enfoncées après perçage d'un avant-trou dans les bordages et les membrures à partir de la face externe du bordé, elles traversent les membrures de part en part (fig. 81b). Taillées à pans abattus³⁶, elles ont une section moyenne de 2,5 cm (fig. 82). Leur tête, d'une section moyenne de 3 cm, sort fréquemment de la face externe du bordé (fig. 83). Leur extrémité inférieure, au niveau de la face interne de droit des membrures, paraît être épitée (fig. 84). Cependant, sauf pour la partie du bordé que l'on a sortie de l'eau, il a été très difficile de relever systématiquement sur les membrures la présence ou l'absence d'épites* de quelques millimètres de large à cause des mauvaises conditions de visibilité.

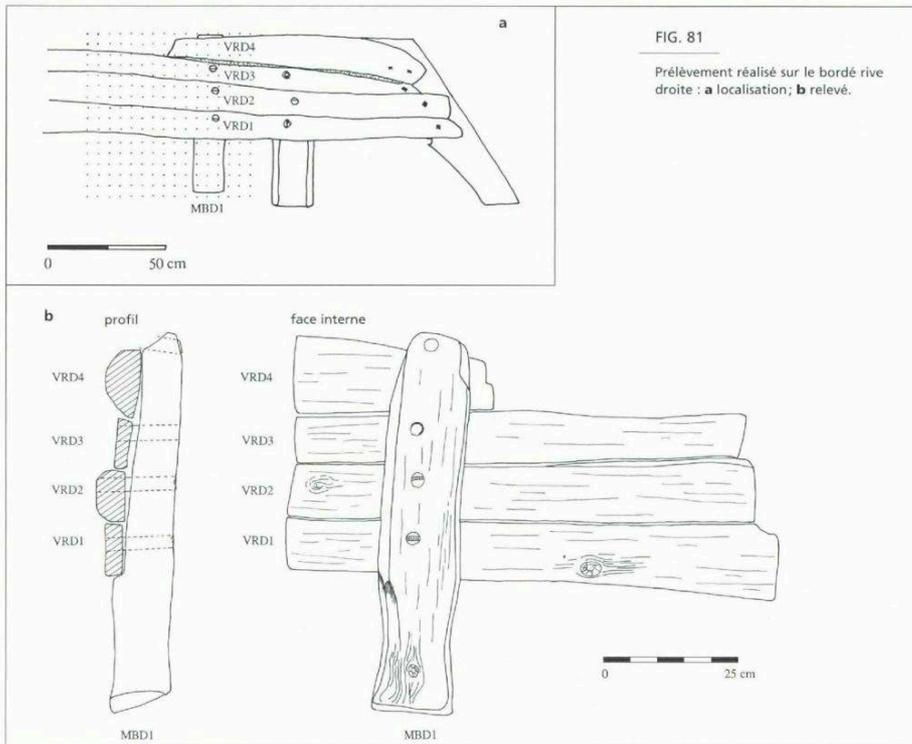


FIG. 81

Prélèvement réalisé sur le bordé rive droite : **a** localisation ; **b** relevé.

FIG. 81 – Prélèvement réalisé sur le bordé rive droite : **A** localisation ; **B** relevé.

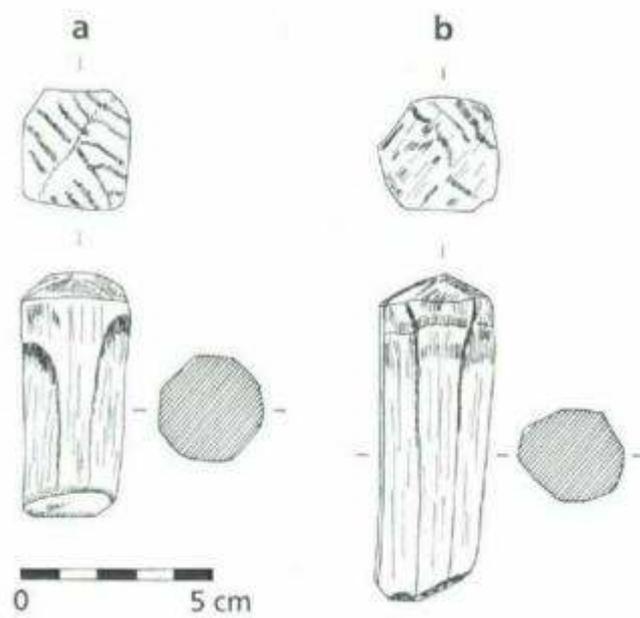


FIG. 82 – Gournables d'assemblage de l'allonge MBD1 aux bordages VRD3 (**A**) et VRD2 (**B**).



FIG. 83 – Tête des gournables sur la face externe du bordé.



FIG. 84 – Extrémité épitée des gournables sur la face interne de l'allonge.

- 159 D'une façon générale, une seule gournable assure l'assemblage de la virure à chacune des membrures. Les gournables, à peu près alignées verticalement au droit d'une membrure, sont disposées tantôt au milieu de la virure, tantôt près d'un can, sans qu'une tendance générale puisse être dégagée. En quelques rares endroits, l'assemblage est réalisé au moyen de deux gournables. C'est le cas, dans la partie arrière de la coque, de la virure VRG1 au niveau de l'allonge MBG32, ou de la virure VRG6 au niveau des membrures MBG32 et MBG34 (cf. fig. 80). Dans d'autres endroits, tout aussi peu nombreux, la virure ne présente aucune trace d'assemblage avec la membrure. Ainsi en

est-il, dans la partie avant de l'épave, de la virure VRG1 au niveau de la membrure MBG4, ou de la virure VRG4 au niveau de la pièce EXB3. Aucune explication logique ne semble pouvoir être proposée à cette absence ou, au contraire, à ce double assemblage.

Les clous

- 160 Dans quelques cas particuliers, la fixation par des gournables est remplacée par le clouage. Nous avons déjà souligné l'usage des clous dans les réparations du bordé. Ils sont également employés systématiquement pour l'assemblage du bordé aux deux jambes de la pièce arrière EXA3. Ils sont utilisés aussi pour fixer les abouts en pointe des virures, celui de la virure VRG9 sur la membrure MBG37, par exemple, ou celui de VRG3 sur les membrures MBG36 et MBG34³⁷. Ils sont utilisés aussi pour réaliser l'assemblage ponctuel d'une virure avec une membrure, par exemple la virure VRGO avec la membrure MBG31. Dans tous les cas, le clouage, à pointe perdue, est réalisé à partir de la face externe du bordé.

Le cas de VRG3

- 161 Le cas de la virure de section rectangulaire VRG3 semble devoir être considéré à part. Cette virure, qui présente un écart en sifflet cloué aux membrures MBG13, MBG14 et MBG15, et qui est entaillée pour permettre l'encastrement des baux traversants, est la seule à être assemblée par des clous à un tiers des membrures (MBG36, MBG34, MBG33, MBG31, MBG27, MBG26, MBG25, MBG15, MBG14, MBG13, MBG11, MBG7, MBG5). À deux exceptions près³⁸ ces clous, enfoncés à partir de la face extérieure du bordé, sont doublés par une gournable. Ce double système de fixation semble traduire le choix du constructeur, de renforcer l'assemblage de cette virure des hauts de la coque. Si, en effet, elle ne semble pas occuper structurellement le rôle privilégié des virures de section demi-circulaire, elle possède, en revanche, la particularité importante de servir à l'encastrement de la tête des baux traversants et d'être soumise, par conséquent, à des contraintes mécaniques prononcées.

● Construction « membrure première » et/ou « bordé premier » ?

- 162 Au regard tout d'abord de cet assemblage systématique des bordages à franc-bord aux membrures par des gournables seules ou par des gournables associées à des clous enfoncés depuis la face externe du bordé, au regard ensuite de ce que nous connaissons des procédés de construction navale, il ne fait guère de doute que les bordages ont été mis en place puis fixés à des membrures établies préalablement. En totalité ou en partie ? Le problème reste entier. En effet, l'antériorité du montage des membrures ne peut être affirmée que pour une partie –celle qui est conservée– de la structure du bâtiment et il serait prématuré, à ce stade de la description tout au moins, d'étendre cette caractéristique architecturale à l'intégralité de la coque. Plusieurs exemples célèbres sont là pour nous rappeler à la prudence. Pensons au cas du caboteur du début du VII^e s. de Yassi Ada I, en Turquie, dont les fonds sont réalisés selon le procédé « bordé premier » alors que les hauts de la coque sont construits selon le procédé « membrure première » (Steffy 1982) ; à ce niveau élevé des flancs du bâtiment, le bordé est constitué de bordages disposés à franc-bord, sans aucune liaison entre eux et assemblés à des allonges uniquement, celles-ci ayant été préétablies. Dans un autre contexte

architectural et un autre cadre chronologique, évoquons l'exemple tout aussi révélateur d'une galéasse construite en 1938 à Kongsviken, en Suède, dont les œuvres vives étaient bâties à clin suivant des procédés de construction « bordé premier » et dont les hauts, au-dessus de la ligne de flottaison, étaient réalisés à franc-bord, suivant des procédés de construction « membrure première », une fois les allonges établies et fixées à l'intérieur de la partie basse de la coque (Hasslöf 1972 : 57).

- 163 Par ailleurs, dans l'épave de Port Berteau II aucun indice archéologique n'a été recueilli d'un assemblage provisoire des bordages à franc-bord au moyen de taquets cloués avant l'introduction des membrures. Il est vrai que ces éléments d'assemblage provisoire que l'on retrouve dans les procédés de construction de type « bordé premier », attestés notamment dans les chantiers navals de Hollande du nord jusqu'à la fin du XVII^e s. (Rieth 1984), ne sont associés, dans le contexte hollandais tout particulièrement, qu'à la partie inférieure des œuvres vives de la coque, partie non conservée dans l'épave que nous étudions ici.
- 164 La relation d'assemblage entre le bordé à franc-bord et les membrures préétablies sera analysée dans le chapitre consacré à l'étude du mode de construction (*cf.* § 4.1.3.2), dans la perspective de définir plus globalement le système architectural particulier au bateau de Port Berteau II.
- 165 Contrastant avec l'emploi dominant de la gournable dans l'assemblage du bordé aux membrures, les abouts des virures sont systématiquement fixés sur les joues de l'étrave EXB1/2 et de l'étambot EXA1 au moyen de clous en fer dont la typologie sera développée plus loin (*cf.* annexe 1, § 2). Ces clous sont enfoncés directement à pointe perdue dans l'épaisseur de l'étrave et de l'étambot à partir de la face externe du bordé.

Fixation à l'étrave

Répartition des clous (TABL. VI)

- 166 À l'exception de VRD2, les extrémités des virures de section demi-circulaire VRG2, VRG4 et VRD4 sont fixées par plusieurs clous, ce qui est logique compte tenu de leur importante fonction mécanique. De même, la longueur des clous assurant la fixation de ces virures formant préceinte est, tout aussi logiquement, plus importante que celle des clous associés aux virures de section rectangulaire³⁹. Par ailleurs, le clouage des abouts des virures de section demi-circulaire du bordé rive gauche est à la fois plus dense (deux clous de plus) et composé de clous plus longs que celui du bordé rive droite⁴⁰. Aucune raison technique ne semble expliquer ces différences.

n° virure	nombre de clous
VRG4	3
VRD4	2
VRG3	1
VRD3	1
VRG2	2
VRD2	1
VRG1	1
VRD1	1

TABL. VI – Comptage des clous fixant les virures à l'étrave (EXB1/2).

Angle d'enfoncement des clous

- 167 L'angle d'enfoncement des clous dans le plan horizontal, mesuré par rapport au plan du bordé, fait apparaître un agencement relativement ordonné (**tabl. VII, fig. 85**).

n° virure	angle
VRG4	46°
VRG4	58°
VRG4	64°
VRG3	non mesuré
VRG2	90°
VRG2	104°
VRG1	113°
VRD4	non mesuré
VRD4	72°
VRD3	88°
VRD2	97°
VRD1	88°

TABL. VII – Angle d'enfoncement des clous dans l'étrave (EXB1/2), par rapport à l'horizontale.

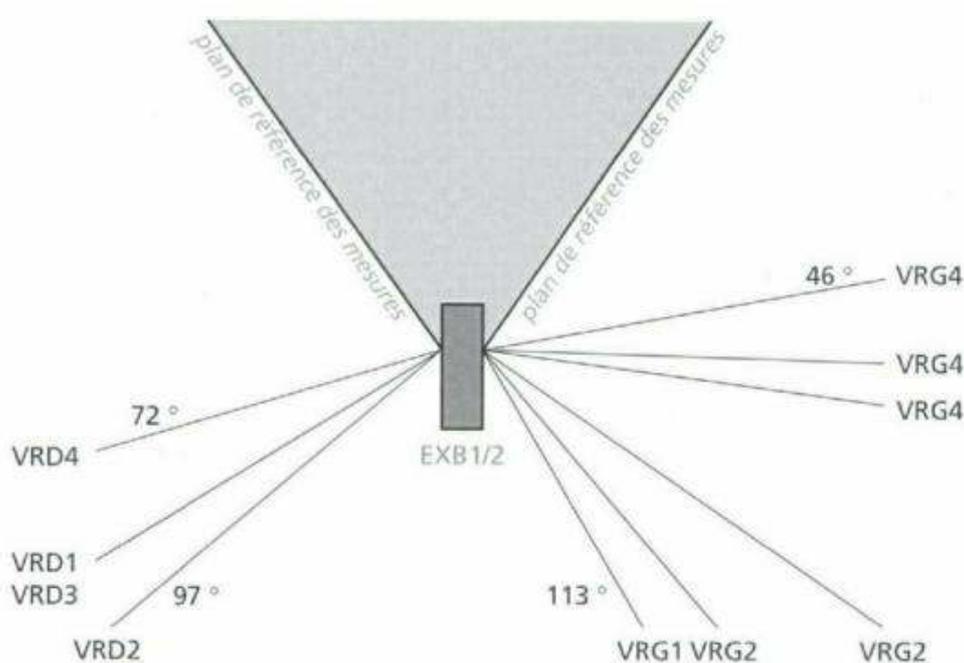


FIG. 85 – Angles de clouage (plan horizontal) des abouts des virures sur l'étrave EXB1/2.

- 168 Sur la face gauche de l'étrave, on peut observer qu'il se modifie de la virure VRG4 à la virure VRG1 : il s'ouvre d'une façon relativement constante en passant de 46° au niveau de VRG4 –qui est la virure inférieure une fois la coque restituée dans sa position d'origine– à 113° au niveau de VRG1 –virure supérieure après restitution de la position d'origine. On retrouve la même variation angulaire, d'une manière moins nette cependant, sur le bordé rive droite. Elle pourrait être destinée à réduire le risque de fente des joues de l'étrave⁴¹ et aussi à augmenter la tenue des abouts des virures.

Fixation à l'étambot et à EXA3

● Répartition des clous

- 169 Les relevés détaillés ont porté uniquement sur le bordé rive gauche (**tabl. VIII**).

n° virure	nombre de clous sur EXA1	nombre de clous sur EXA3
VRG11	2	0
VRG10	4	1
VRG9	0	0
VRG8	0	0
VRG7	2	1
VRG6	0	0
VRG5	1	0
VRG4	1	1
VRG3	0	0
VRG2	4	1
VRG1	2	0
VRG0	1	1

TABL. VIII – Comptage des clous fixant les virures à l'étambot (EXA1) et à la pièce EXA3.

- 170 Répondant à la logique, les virures les plus étroites sont dotées d'un seul clou pour leur assemblage à l'étambot, et les plus larges de deux clous. Notons toutefois que VRG10 – de section rectangulaire– et VRG2 –de section demi-circulaire–, appartenant toutes deux à la catégorie des virures larges, possèdent un clouage renforcé au moyen de quatre clous. Par ailleurs, six virures (VRG7, VRG6, VRG4, VRG3, VRG2 et VRG0) sont également clouées sur la pièce EXA3. L'extrémité de la virure en pointe VRG3 s'achevant sur l'étambot est fixée par un clou, non pas à cette pièce mais à la face de droit de la fourche EXA3. En outre, les abouts des virures se terminant en pointe avant l'étambot (VRG9, VRG8 et VRG6) sont cloués soit sur la pièce EXA3 (c'est le cas pour VRG6), soit sur la membrure MBG37 (c'est le cas pour VRG8 et VRG9)⁴².

● Angle d'enfoncement des clous

- 171 Concernant l'angle d'enfoncement des clous dans le plan horizontal, sur les quinze mesures effectuées leur variation est comprise entre 38 (VRG7) et 145° (VRG 10 et VRG5) (**tabl. ix, fig. 86**). Cependant, à l'exception de cette dernière valeur, qui constitue un maximum et correspond à un clouage techniquement peu logique effectué pratiquement dans l'axe de l'étambot, les autres angles s'inscrivent pour l'essentiel – dix clous sur treize– dans un plan plus ou moins oblique par rapport à la face latérale gauche de la pièce. À la différence de ce que l'on observe pour le clouage des abouts des virures à l'étrave, les angles d'enfoncement des clous ne font pas apparaître sur l'étambot de variations régulières en fonction de la position desdites virures.

n° virure	angle
VRG11	70°
VRG10	64°
VRG10	72°
VRG10	82°
VRG10	145°
VRG7	38°
VRG7	45°
VRG5	145°
VRG4	50°
VRG2	65°
VRG2	75°
VRG2	105°
VRG1	55°
VRG1	95°
VRG0	115°

TABL. IX – Angles d'enfoncement des clous dans l'étambot, par rapport à l'horizontale (l'angle d'enfoncement de deux clous, dans VRG11 et VRG2, n'a pas été mesuré).

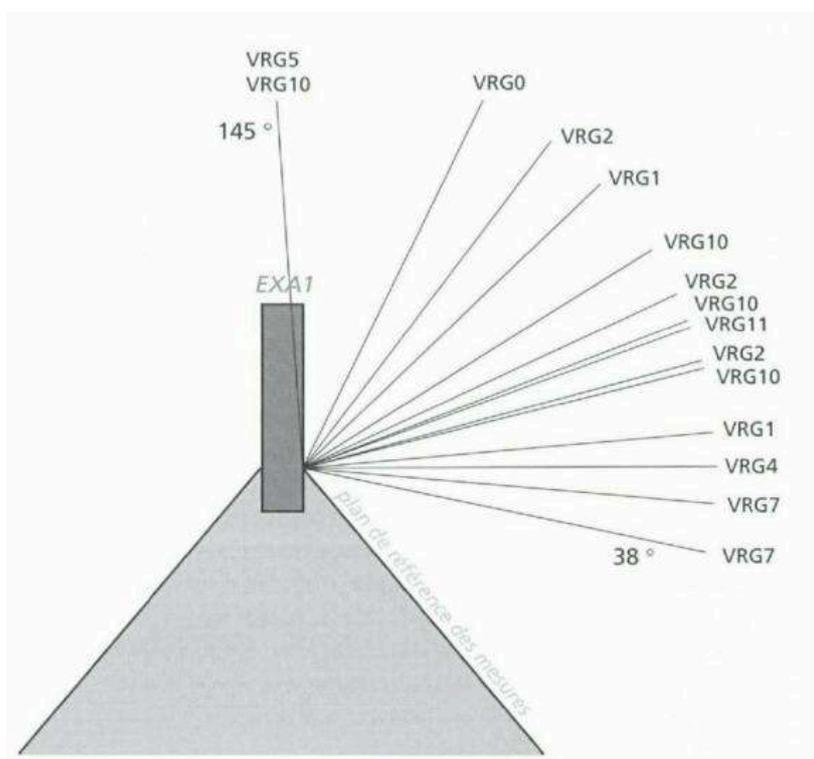


FIG. 86 – Angles de clouage (plan horizontal) des abouts des virures du bordé rive gauche sur l'étambot EXA1.

172 Dans le plan vertical, les angles d'enfoncement des clous ont également été mesurés par rapport à un axe de référence⁴³ (**tabl. x, fig. 87**).

n° virure	angle
VRG11	62°
VRG10	90°
VRG10	81°
VRG10	81°
VRG10	76°
VRG7	90°
VRG7	99°
VRG5	90°
VRG4	85°
VRG2	81°
VRG2	85°
VRG2	85°
VRG1	94°
VRG1	95°
VRG0	76°

TABL. X – Angle d'enfoncement des clous dans l'étambot, par rapport à la verticale (l'angle d'enfoncement de deux clous, dans VRG11 et VRG2, n'a pas été mesuré).

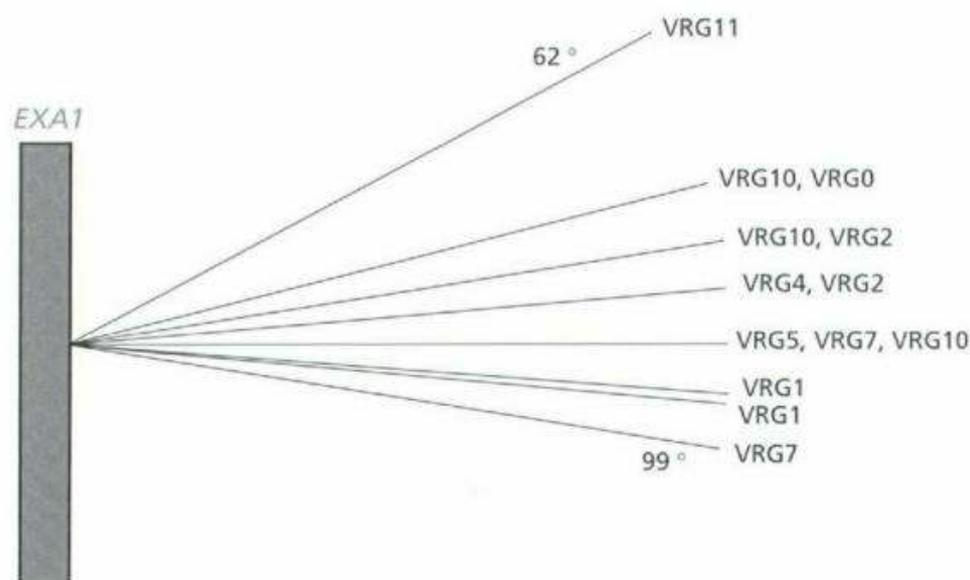


FIG. 87 – Angles de clouage (plan vertical) des bouts des virures du bordé rive gauche sur l'étambot EXA1.

- 173 Sur les quinze mesures réalisées, l'angle de clouage varie entre 62 (VRG11) et 99° (VRG7) et quatorze angles s'inscrivent dans une fourchette réduite (entre 76 et 99°). Dans certains cas, la variation de l'angle pour une même virure est très faible : ainsi en va-t-il de VRG2 (4° de variation pour trois clous) et de VRG 10 (14° de variation pour quatre clous). Ces chiffres relativement stables sembleraient résulter d'un clouage régulier plus ou moins perpendiculaire à la face latérale gauche de l'étambot.
- 174 Le fait le plus notable réside dans le choix d'utiliser majoritairement des gournables pour l'assemblage du bordé aux membrures et exclusivement des clous en fer pour son

assemblage aux pièces d'extrémité. Le recours aux clous semble être lié avant tout à une contrainte technique : celle d'éviter, en raison de la largeur réduite des bordages, l'éclatement de l'about des virures.

- 175 Faire appel à des modes d'assemblage différents pour les membrures et les pièces d'extrémités paraît singulier. Rien à voir, par exemple, avec la construction à carvel, utilisée sur le littoral atlantique à partir de la fin du xv^e s., dans laquelle, en règle générale, l'ensemble des bordages est fixé aux membrures à la fois avec des gournables et des clous. Rien de comparable non plus avec la construction navale maritime de tradition romano-celtique ou gallo-romaine, dont les épaves de Blackfriars 1 et Guernesey (Marsden 1994 ; Rule, Monaghan 1993) illustrent une caractéristique constante, à savoir l'assemblage par clouage exclusivement. À propos des traditions architecturales romano-celtique et gallo-romaine, une donnée importante est à souligner : selon B. Arnold, un trait marquant de leur évolution au cours du Moyen Âge, dans le domaine fluvial tout au moins, serait précisément le développement de l'usage des gournables avec « à une période encore mal précisée, l'introduction de coins en bois chassés dans l'une ou les deux extrémités des chevilles, afin de les serrer dans le bois encaissant » (Arnold 1992b : 102). Leur usage dominant pour l'assemblage du bordé aux membrures de l'épave de Port Berteau II ne pourrait-il pas constituer un témoignage de cette évolution technique ? Ajoutons enfin que, dans la Charente même, l'épave du chaland monoxyde-assemblé d'Orlac, daté de la première moitié du xi^e s., est assemblée au moyen de gournables uniquement, tant en ce qui concerne les éléments de la coque –bordés monoxydes de liaison, éléments centraux de la sole et pièces longitudinales de liaison– que les réparations (Chapelot, Rieth 1995). Il est vrai toutefois que le système architectural de ce bateau de pure navigation fluviale est fondamentalement différent de celui de l'épave de Port Berteau II.

3.3.9 Le taquet SER1

- 176 La pièce SER1 (**fig. 88**), située à près de 4 m⁴⁴ en arrière du bau traversant TRV5 et à une dizaine de centimètres en avant du bau traversant TRV6, mesure 90 cm de long, 8 cm de large (faces supérieure et inférieure) et 6,5 cm de hauteur (faces latérales) (**fig. 89**). Cette pièce en hêtre, à la différence des autres éléments de la coque qui sont en chêne, est solidement fixée aux membrures MBG25 et MBG27, à l'intérieur du flanc rive gauche, par deux gros clous à tête triangulaire (**fig. 90**). Il s'agit d'un taquet d'amarrage. L'intervalle moyen de 10 cm entre la face interne du bordé rive gauche et la face externe du taquet –cet intervalle correspond à l'épaisseur sur le tour des allonges MBG25 à MBG27–, et la longueur des deux extrémités du taquet en avant de MBG25 et en arrière de MBG27, fournissent une indication sur la section du cordage qui venait se tourner sur le taquet. Une section comprise entre 2,5 cm et 3 cm semble être un maximum pour un cordage pouvant être tourné deux ou trois fois autour du taquet.

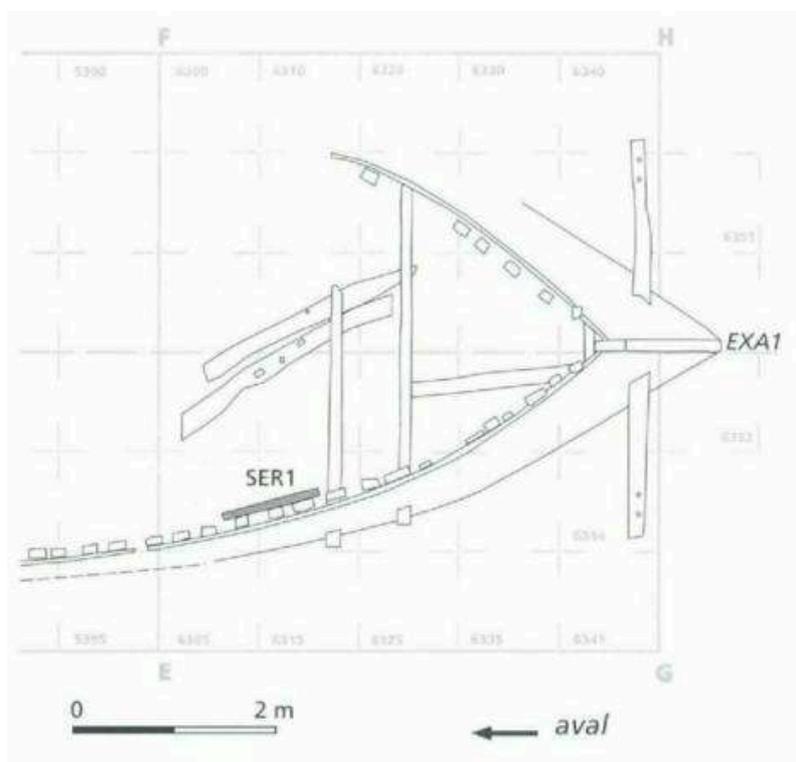


FIG. 88 – Plan de positionnement du taquet SER1.

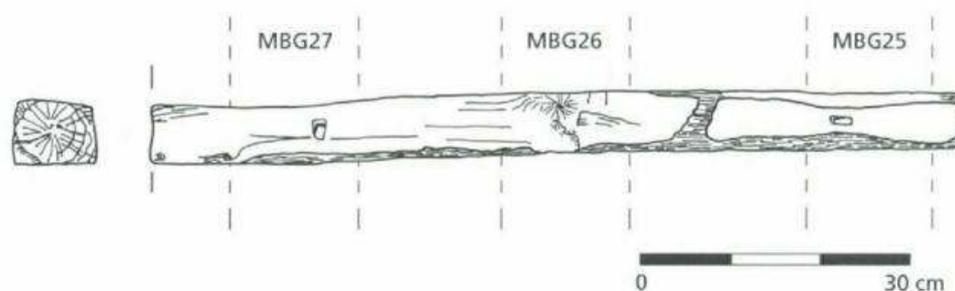


FIG. 89 – Le taquet SER1 : vue de face.

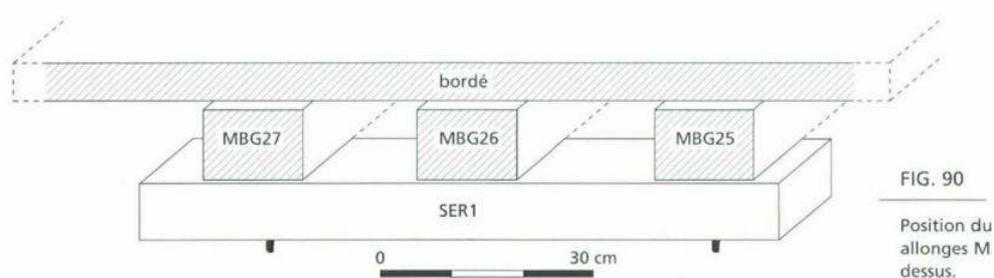


FIG. 90

Position du
allonges M
dessus.

FIG. 90 – Position du taquet SER1 sur les allonges MBG25 à MBG27 : vue de dessus.

- 177 La position du taquet en arrière du bau TRV5, dont la fonction probable est celle d'un bau de mât, associe le taquet, dans cette hypothèse, à une manœuvre* du gréement dormant ou courant. Aucune relation fonctionnelle ne semble exister, par contre, entre le taquet SER1 et le pont arrière⁴⁵.

3.3.10 La planche PL13

- 178 Cette planche (**fig. 91**), d'une longueur totale de près de 3,75 m pour une largeur conservée comprise entre 15 et 21,5 cm, et une épaisseur moyenne de 5 cm, est déplacée. Disposée parallèlement à la planche du pont arrière PLP9, elle passe sous les baux traversants TRV6 et TRV7. Comme la planche PLP9, elle présente une inclinaison longitudinale orientée, selon la pente générale de l'épave, de l'aval vers l'amont.

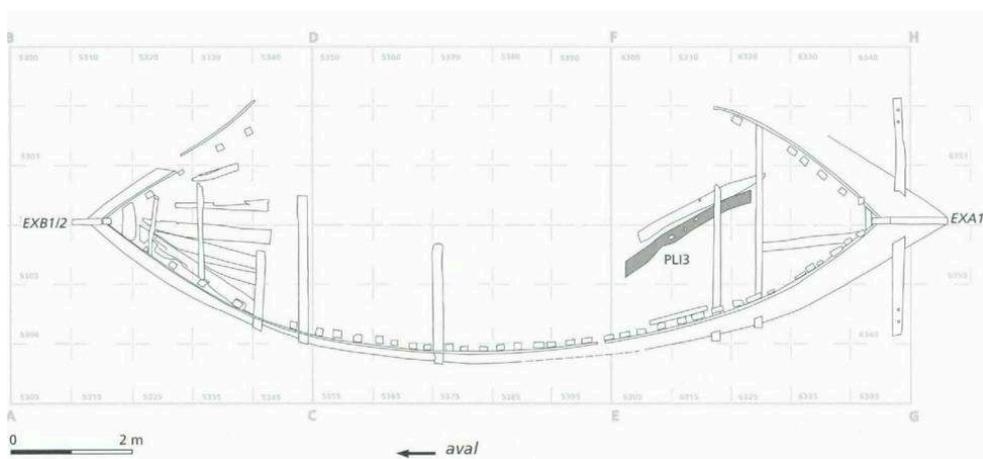


FIG. 91 – Plan de positionnement de la planche PL13.

- 179 Du point de vue de la formation de l'épave, le déplacement de la planche PL13 est sans nul doute intervenu dans les premiers temps du remplissage de l'épave, antérieurement à celui de la planche du pont arrière PLP9, alors que cette dernière était encore fixée au bau traversant TRV7 et aux barrotins TRV11 et TRV12. En effet, la planche PL13 est située, au niveau du bau TRV7, à une trentaine de centimètres sous la planche du pont PLP9. Par ailleurs, sa position dans le remplissage pourrait peut-être signifier qu'elle se trouvait à l'origine en relation avec une partie de la coque située au-dessus du niveau du pont arrière.
- 180 Un prélèvement de la planche sur une longueur de 2,93 m⁴⁶ et un relevé détaillé réalisé à terre ont permis de mettre en évidence douze entailles de deux types (**fig. 92**) :
- type 1 : entailles irrégulières et réparties d'une façon inégale ;
 - type 2 : entailles rectangulaires disposées de manière régulière.

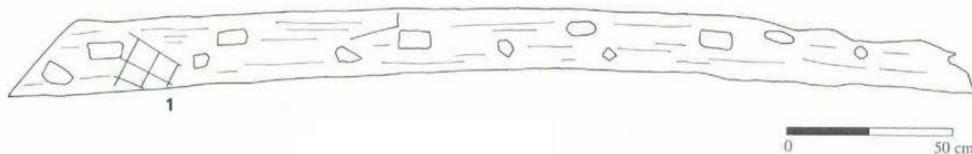


FIG. 92 – La planche PL13 : 1 graffito.

- 181 Les entailles rectangulaires ont une longueur de 10 cm et une largeur de 5 cm. Elles possèdent chacune une perforation de forme circulaire, perpendiculaire à leur longueur, dont une extrémité se perd dans l'épaisseur du bois et l'autre perce le can de la planche (**fig. 93, 94**). Manifestement, c'est à partir de ce can que la perforation a été réalisée. Un fragment d'une gournable de 1,5 cm de section circulaire était coincé dans chaque perforation. À l'origine, la gournable devait constituer un axe perpendiculaire à l'entaille (**fig. 95**). Le décentrement de la perforation d'une des entailles semblerait

interdire, ou tout au moins rendre difficile, l'emploi d'un réa* ayant pour axe la gournable. En revanche, pour deux autres perforations bien centrées, l'existence d'un réa n'est pas à exclure.

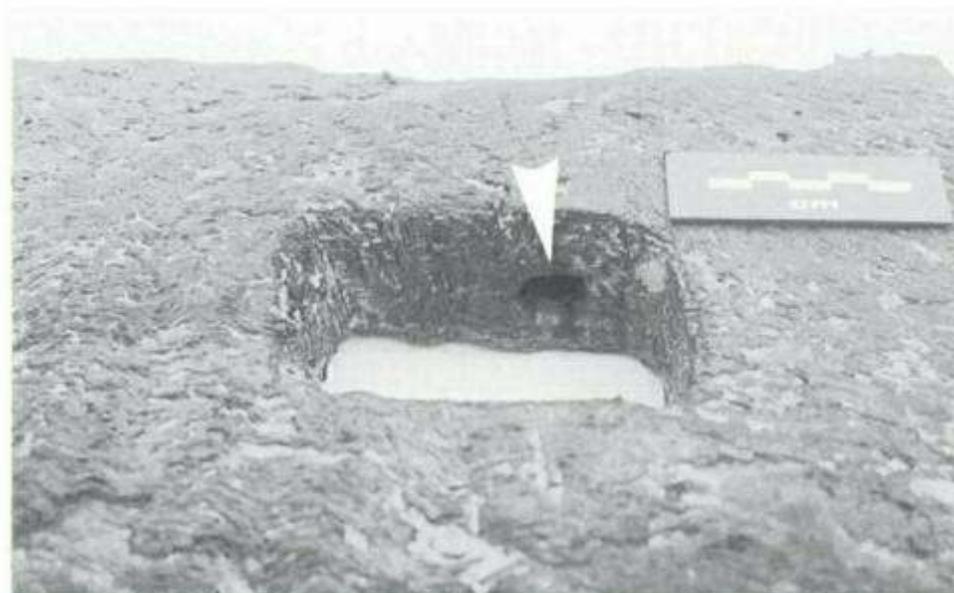


FIG. 93 – Entaille rectangulaire dans la planche PL13. On distingue la gournable cassée.

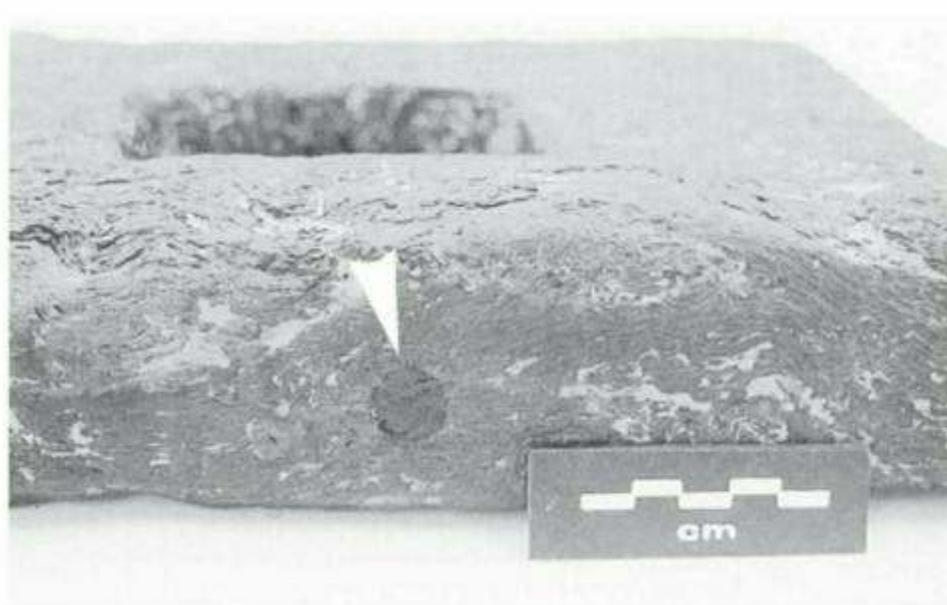


FIG. 94 – Extrémité d'une gournable sur le can de la planche PL13.

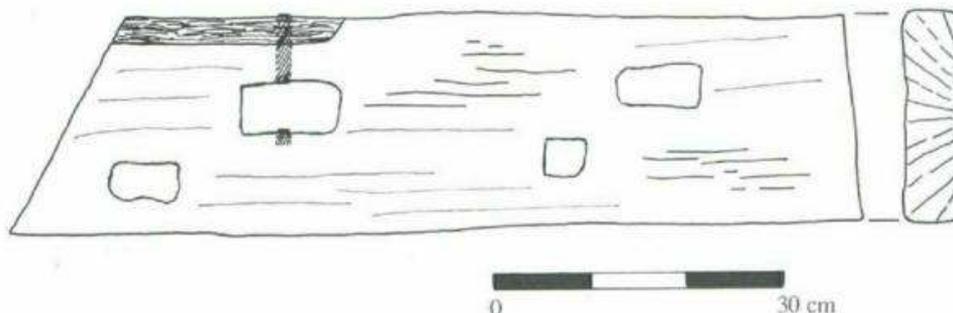


FIG. 95 – Prélèvement de la planche PL13 avec indication, dans une entaille rectangulaire, de la gournable brisée servant d'axe.

- 182 Si le passage d'un petit cordage autour de la gournable servant d'axe (avec ou sans réa) paraît être la fonction la plus vraisemblable des entailles rectangulaires, l'usage de ce cordage demeure, par contre, inconnu. De même, la fonction des entailles du type 1 reste difficilement identifiable ainsi que celle de l'ensemble de la planche PL13. Ajoutons que son épaisseur est plus forte que celle des planches du pont arrière et que les seules traces de clouage observées sont localisées dans l'un des cans.
- 183 Dans l'hypothèse où cette planche aurait été disposée à l'origine transversalement à l'axe de la coque, à proximité du bau traversant TRV6⁴⁷, les cordages qui lui étaient associés pouvaient peut-être appartenir aux manœuvres* courantes du gréement, et plus particulièrement à celles de la voile. Une dernière caractéristique de cette planche est à souligner. Près d'une entaille du type 2 a été relevé un graffito, tracé à la pointe sèche, formant une construction géométrique relativement régulière. Ce graffito, incisé en biais dans la largeur de la planche, ne semble pas correspondre à un tracé de charpentier. En outre, les traits sont inachevés et devaient se prolonger, à l'origine, au-delà des cans de la planche. Pourrait-il s'agir d'un graffito réalisé à des fins ludiques antérieurement au façonnage de la planche ou, au contraire, postérieurement à sa mise en place, le tracé se prolongeant alors sur une autre planche jointive ?

3.3.11 Le calfatage de la coque

3.3.11.1 Composition

- 184 Une caractéristique majeure du bordé à franc-bord tient à la nature particulière du calfatage de ses joints, tant ceux de la partie centrale de la coque (**fig. 96**) que ceux des abouts des bordages sur l'étrave et l'étambot.

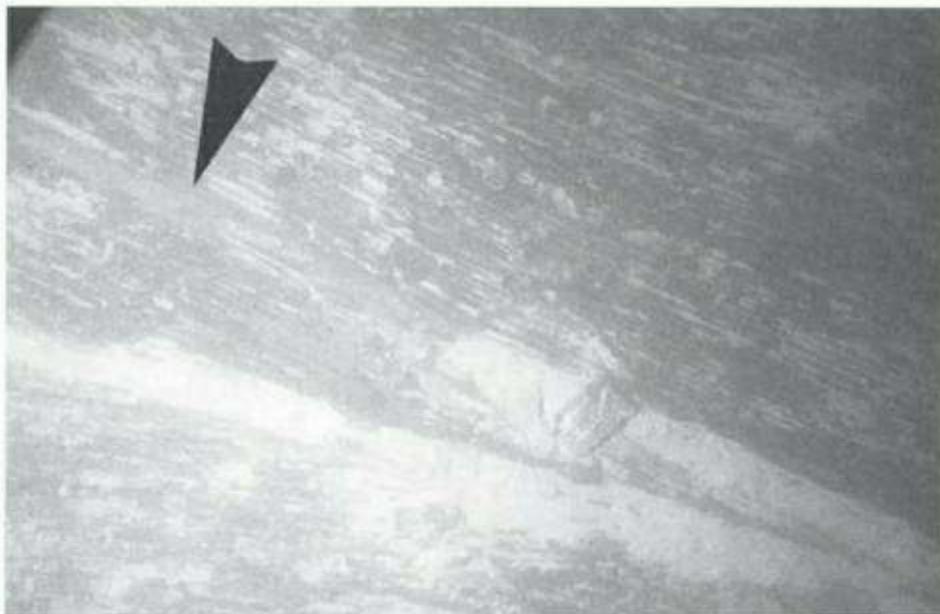


FIG. 96 – Calfatage d'un joint du bordé rive gauche (signalé par une flèche).

- 185 L'identification de ces composants a été réalisée par Marie-Françoise Diot (cf. annexe 3). L'analyse palynologique a porté sur sept échantillons. Au regard des résultats, les composants de l'étope*, de couleur beige, n'apparaissent pas nettement définis comme des mousses mais plutôt comme des amalgames de végétaux à base de tiges de monocotylédones* et de brindilles de bois. Par ailleurs, tous les échantillons contenaient, sous la forme de globules irréguliers de couleur jaune et de 40 µm de taille moyenne, des éléments de matière organique identifiable à de la graisse ou du goudron. Cette matière grasse servait sans doute de liant et d'enduit de protection.

3.3.11.2 Pose de l'étope

- 186 Le calfatage des bordages à franc-bord présente trois caractéristiques. D'une part, il a été disposé dans la couture séparant deux bordages à partir de la face externe du bordé. D'autre part, les cans des bordages présentent une coupe en biais, en forme de joint de calfat, destinée à faciliter la mise en place de l'étope à partir de l'extérieur de la coque. Enfin, cette étope est très tassée dans les coutures, indice probable, mais non obligé cependant, d'un enfoncement forcé. En effet, le tassement peut fort bien résulter des seuls effets de compression exercés par les bordages lors de l'utilisation du bateau. C'est le cas du calfatage des épaves des caboteurs fluvio-maritimes antiques de Blackfriars 1 et de Guernesey (Marsden 1994 : 190 ; Rule, Monaghan 1993 : 25-26). L'étope de ces deux bâtiments semblerait avoir été disposée lors du montage du bordé à franc-bord sur le can supérieur du dernier bordage établi avant la pose du suivant ; elle ne paraît pas avoir été chassée en force dans les coutures une fois le bordé achevé. Toutefois, l'existence de joints de calfat dans l'épave de Port Berteau II plaide en faveur d'un enfoncement forcé.
- 187 En tout état de cause, ce type de calfatage, où l'étope est simplement mise en place – en force ou non – entre deux bordages à franc-bord à partir de leur face externe, est très différent de celui attesté habituellement dans la construction navale fluviale antique et

médiévale de l'Europe de l'Ouest et du Nord, à l'exclusion de la Scandinavie. Dans ces régions, le calfatage des joints est externe, parfois interne, et l'étope est recouverte d'une baguette fixée par des petits clous ou des crampons métalliques (Arnold 1977 ; Bonnamour 1992 : 374 ; Reinders 1983 : 15-17, 23-25). Il est également profondément différent de celui observé dans les bâtiments de mer médiévaux rattachés, en particulier mais non exclusivement, à la tradition architecturale des cogues (Vlierman 1996). Ce procédé de calfatage à la mousse, appelé *gesinteld mosbreeuwsel*, repose sur l'emploi d'un cordon de mousse recouvert par une baguette (*sintel roede*), maintenue par des crampons à ailerons (*sintel*), ou sans ailerons (*sintel nagel*).

- 188 En revanche, le calfatage de l'épave de Port Berteau II présente des similitudes avec celui de l'épave de Blackfriars 1. En premier lieu, la nature de l'étope des deux épaves est très proche : brindilles de noisetier dans le cas de Blackfriars 1, et brindilles de bois et tiges de monocotylédones dans celui de Port Berteau II. En second lieu, le principe d'étanchéité des coutures, sans éléments de recouvrement et de fixation, est strictement similaire. En troisième lieu enfin, le calfatage de l'épave de Port Berteau II contient des globules de matière organique –graisse ou goudron– et celui de l'épave de Blackfriars 1 des éléments de résine de pin (Marsden 1994 : 191). À cet égard, il est intéressant de remarquer que l'usage d'un produit gras ou de résine, pour protéger le calfatage de l'humidité⁴⁸ et pour lier l'étope, est courant au Moyen Âge dans la construction navale maritime⁴⁹. Cette pratique s'est prolongée jusqu'à une époque récente dans la construction navale traditionnelle.

3.3.11.3 Éléments exogènes

- 189 L'analyse palynologique a, en outre, mis en évidence deux autres caractéristiques très importantes.
- 190 Premièrement, l'étope de cinq échantillons contenait des microfossiles marins de deux types : dinoflagellés (plancton de mer et d'eau saumâtre) et foraminifères (plancton marin). Pour déterminer si cette contamination était contemporaine ou non du calfatage de l'épave, des prélèvements d'eau de la Charente et de sédiments actuels ont été effectués lors de la dernière campagne de fouille. Leur analyse a montré une absence de tout microfossile marin et, en revanche, la présence de *Tasmanites* caractéristiques des eaux saumâtres.
- 191 Deuxièmement, l'étude du palynofaciès des échantillons d'étope a fait apparaître que la zone de prélèvement des composants du calfatage était associée à un paysage boisé diversifié, constitué principalement de chênes (*Quercus* de type pédonculé pubescent), de noisetiers (*Corylus*), de hêtres (*Fagus*), de pins (*Pinus*), d'ormes (*Ulmus*) et de tilleuls (*Tilia*). En outre, les échantillons contenaient des pollens dont les plus fréquents étaient ceux de Chenopodiacées, c'est-à-dire de plantes dont certains genres poussent en milieu saumâtre, au bord d'un estuaire ou le long du littoral. Des spores de fougères étaient également abondantes. Enfin, des pollens de plantes de prairies et des pollens de céréales ont été identifiés, indices de l'existence de zones de prairies et de cultures à proximité des points de prélèvement du calfatage. Avant de commenter les résultats de ces analyses, il faut rappeler que le calfatage d'une coque est une opération qui, dans l'histoire d'un bateau, s'effectue au moment de son lancement, lorsqu'il sort du chantier, puis se renouvelle régulièrement d'année en année, voire plusieurs fois par an lorsque le bâtiment est âgé. Il importe de souligner par ailleurs que les conclusions des

analyses sont à considérer avec prudence. Comme le remarque M.-F. Diot dans son étude des microfossiles anciens présents dans le calfatage, « ces hypothèses ne reposent que sur quelques individus et il ne faut pas oublier que l'absence observée n'est pas significative d'absence véritable ».

- 192 Le milieu environnemental restitué par l'analyse des pollens piégés dans le calfatage – espace boisé diversifié, prairies, cultures...– pourrait correspondre à la zone de prélèvement des composants du calfatage. Elle serait située à proximité du lieu de construction, celui-ci étant localisé, probablement, en bordure d'un estuaire ou sur le littoral.
- 193 La présence de microfossiles marins pourrait s'expliquer, quant à elle, de deux manières différentes. Première hypothèse : elle pourrait résulter d'une contamination du calfatage en relation avec la zone de construction du bateau et, dans une moindre mesure, de l'aire maritime de navigation du bâtiment. Seconde hypothèse : cette présence pourrait aussi provenir du séjour du bateau dans la Charente dont les eaux, au cours du haut Moyen Âge, auraient été beaucoup plus sensibles et ouvertes au milieu maritime que de nos jours, les effets du flot de la marée, en particulier, se traduisant par une pénétration de l'eau de mer dans le fleuve avec, en conséquence, une salinité plus prononcée. Il est à noter que ces deux hypothèses ne sont nullement contradictoires ni exclusives.
- 194 Deux derniers aspects sont à souligner. D'une part, les caractéristiques communes – absence de microfossiles marins notamment– de deux échantillons pourraient correspondre à une opération de calfatage effectuée en un lieu différent de celui où a été entreprise la mise en place des autres éléments. D'autre part, l'échantillon de matière prélevé sur l'une des faces de la pièce TRV10, support du dispositif de direction, correspond à un enduit gras servant probablement de revêtement de protection et que l'on peut assimiler à une sorte de courroie.

3.3.12 Matériaux, débitage et façonnage

3.3.12.1 Matériaux

- 195 La majeure partie des données provient des analyses conduites par Catherine Lavier (cf. annexe 2). Une autre part des informations a été acquise par l'observation des pièces de charpente prélevées et provisoirement déposées à terre au cours de la fouille de l'épave.
- 196 Plusieurs caractéristiques importantes relatives aux bois utilisés pour la construction du bateau sont à souligner.
- 197 En premier lieu, la charpente longitudinale –étrave et étambot– et transversale – membrures, baux et barrotins–, les planches des ponts et le bordé font appel uniquement à des chênes (*Quercus sp.*). Sur les cent soixante prélèvements effectués, seuls deux échantillons sont, en effet, en hêtre (*Fagus sylvatica*). L'un des échantillons provient d'une pièce non identifiée (SU1) et l'autre correspond à un taquet (SER1) qui n'appartient pas à la structure de la coque. Il existe donc, dans les éléments structurels, une extrême homogénéité des bois, remarquable au regard notamment de la variété des essences employées habituellement dans la construction navale antique méditerranéenne.

- 198 En deuxième lieu, les chênes, dotés d'une croissance annuelle relativement forte, présentent des caractéristiques révélatrices d'un développement dans un milieu naturel favorable, ouvert et de faible altitude. Il est bien évident que la zone d'abattage des arbres peut être très éloignée du lieu de construction. En outre, nous ignorons totalement la nature des circuits d'approvisionnement en bois des chantiers navals de cette période. Mais, sans pour autant superposer l'environnement forestier à celui de l'aire de construction du bâtiment, en bordure d'un estuaire ou le long de la côte, un rapprochement entre les deux milieux ne semble pas devoir être totalement écarté.
- 199 En troisième lieu, les pièces de charpente proviennent, pour l'essentiel, de chênes jeunes dont le diamètre moyen se situe entre 10 et 30 cm. Si cet échantillonnage des approvisionnements peut paraître faible, il est toutefois en parfaite cohérence avec les dimensions de la coque et l'échantillonnage des pièces de charpente. Ces dernières ne sont nullement sous-dimensionnées et répondent aux normes dimensionnelles nécessaires à la résistance mécanique d'une coque d'une quinzaine de mètres de long.
- 200 Ces caractéristiques –environnement ouvert d'une part, et approvisionnements en chênes jeunes d'autre part– se situent à l'opposé de celles du chaland fluvial à coque monoxyle-assemblée d'Orlac (Chapelot, Rieth 1995 : 96-100) : les chênes utilisés dans la construction de ce bateau avaient été abattus entre 1021 et 1042 et étaient âgés de 200 à 250 ans ; avec leur fut droit de plus de 15 m de hauteur, ils étaient très vraisemblablement originaires d'une forêt gérée en futaie en relation, sans doute, avec une seigneurie laïque ou ecclésiastique (Chapelot, Rieth 1995 : 149). Au-delà de la vocation économique particulière de ce chaland, son système architectural, fondamentalement différent de celui du bâtiment de Port Berteau II, imposait un recours à des arbres de grandes dimensions. Il est évident que des chênes jeunes, de longueur réduite et de faible section, n'auraient pas été adaptés à la réalisation d'une coque à structure monoxyle-assemblée.
- 201 En quatrième lieu, les chênes ont été coupés en période hivernale, en phase de repos végétatif. Ce choix des mois d'hiver, hors montée de sève, s'inscrit dans les usages forestiers recommandés pour les feuillus caducifoliés par les agronomes grecs et romains (Rival 1991 : 99-104). Il correspond également aux pratiques habituelles des agronomes de l'époque moderne, qui préconisaient d'effectuer la coupe au début de la saison hivernale, dans le décours de la lune pour éviter les atteintes des vers provoquant une dégradation de l'aubier, et hors des périodes de grands froids. Rappelons que, pour l'essentiel, les chênes ayant servi à la construction du bâtiment de Port Berteau II proviennent d'une même coupe.
- 202 Même si les approvisionnements en bois du chantier naval où a été bâti le bateau ne présentent pas les qualités exceptionnelles de ceux du chantier du chaland d'Orlac, ils suivent les usages forestiers et répondent, en dépit de leur faible échantillonnage, aux besoins des charpentiers.

3.3.12.2 Débitage et façonnage

- 203 L'étude des modes de transformation du bois a été conduite à partir des pièces de charpente prélevées et remontées en surface. Chaque pièce a été dessinée, photographiée et observée. Une attention particulière a été accordée aux traces d'outils qui ont été calquées à l'échelle 1. Il est bien évident qu'en l'absence d'un démontage de l'intégralité de la structure de l'épave, les prélèvements effectués ne constituent qu'un

échantillonnage composé d'éléments choisis en fonction de leur représentativité architecturale. Les échantillons proviennent principalement des membrures, des baux traversants, du bordé, des planches des ponts et de la pièce de support du système de direction. Ils peuvent être groupés en deux grands ensembles : le premier est constitué par les bordages et les planches des ponts, le second par les membrures, la pièce de support du dispositif de gouverne et les baux.

Fendage ou sciage ?

● *Les bordages et planches de pont*

- 204 Les échantillons du premier ensemble sont caractérisés par leur longueur importante et leur épaisseur réduite. Les faces supérieure et inférieure des pièces ne sont pas planes ; elles présentent, suivant le fil du bois, de nombreuses irrégularités caractéristiques d'un débitage par fendage (**fig. 97**). L'observation des cernes et des rayons médullaires sur les tranches des bordages et des planches des ponts montre que, dans la majorité des cas, les pièces ont été débitées par fendage tangentiel (**fig. 98, 99**). Les longueurs importantes des deux virures intégralement conservées (15,45 m de long pour la virure VRG2 constituée d'un seul bordage, et 15,25 m pour la virure VRG3 composée de deux bordages d'environ 9 m et 6 m de long) dénotent, de la part des charpentiers, une excellente maîtrise de la technique du fendage. Il est certain que l'emploi de bois verts facilitant le travail des charpentiers était préférable à celui de bois secs.

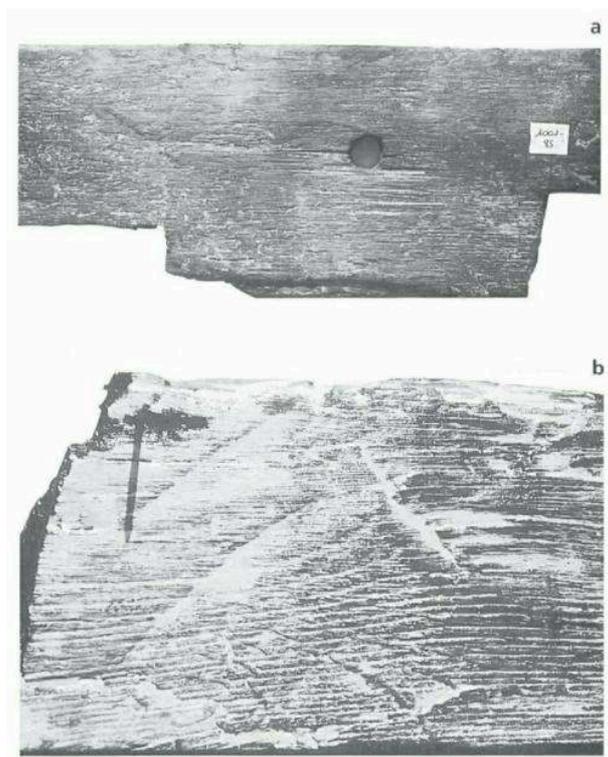


FIG. 97 – Traces fibreuses résultant du fendage : **A** d'une planche de pont ; **B** d'un bordage.

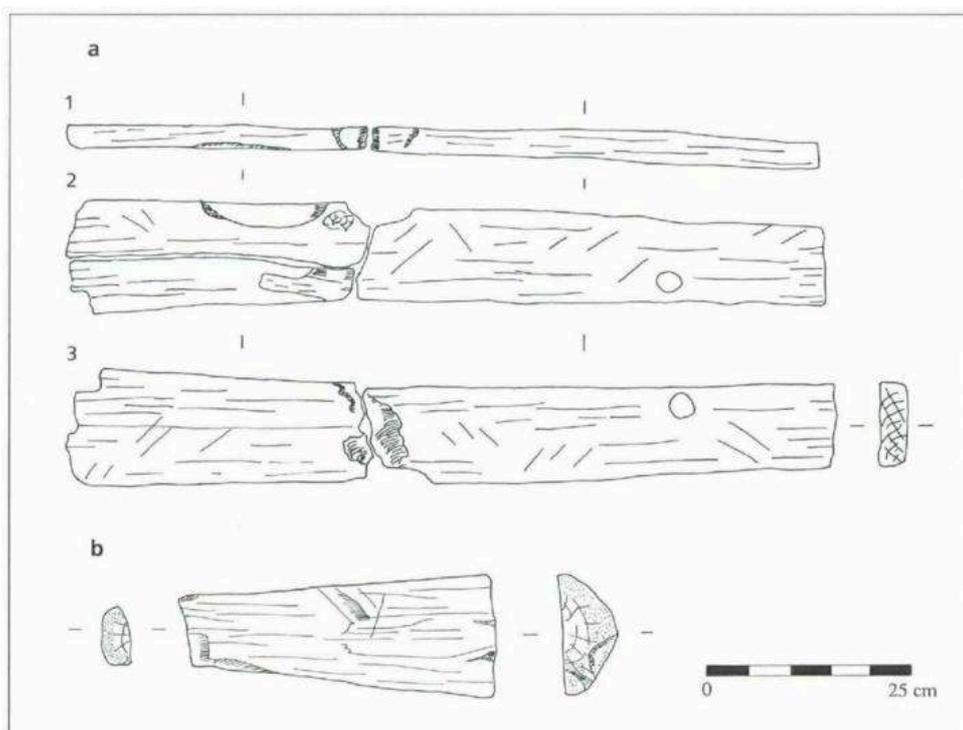


FIG. 98 – Prélèvement de deux virures obtenues par fendage : **A** VRD1 (**1** profil, **2** face interne, **3** face externe) ; **B** VRD4 (face interne).

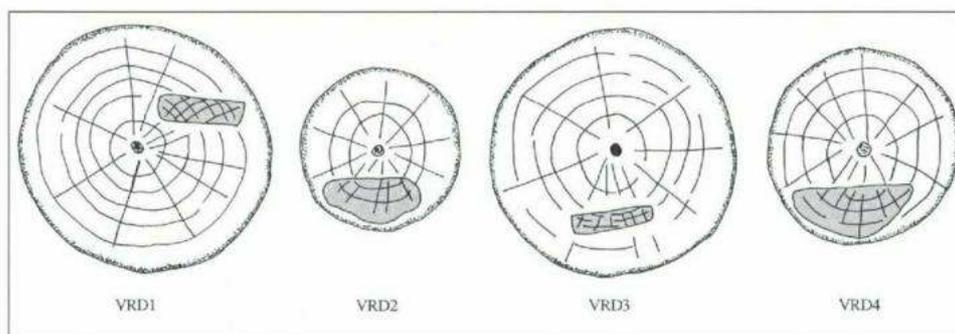


FIG. 99 – Restitution schématique de la position des bordages VRD1 à VRD4 dans la section d'un chêne.

- 205 Des multiples traces d'outils qui ont été relevées, aucune ne peut être identifiée à un trait de scie. En revanche, de très nombreuses marques se présentent sous la forme d'une empreinte, de faible profondeur (1 à 2 mm), s'achevant par une arête de 6 à 7 cm de longueur pour les plus importantes. Ces marques, souvent obliques par rapport au fil du bois, semblent résulter de l'utilisation de haches dans le but de dresser la surface des bordages et des planches des ponts après leur fendage. L'orientation des traces paraît correspondre à un travail réalisé sur des pièces disposées sur chant.

● *Les membrures et les baux*

- 206 Les échantillons provenant du second ensemble comprennent des éléments de longueur réduite pour les allonges et d'une longueur ne dépassant pas 5 m pour les baux traversants. Ces pièces possèdent une section plus ou moins rectangulaire, de

l'ordre de 15 cm au maximum. Au regard des échantillons prélevés, elles ont été obtenues par réduction soit d'un petit tronc ou d'une grosse branche, soit d'un demi-tronc (fig. 100).

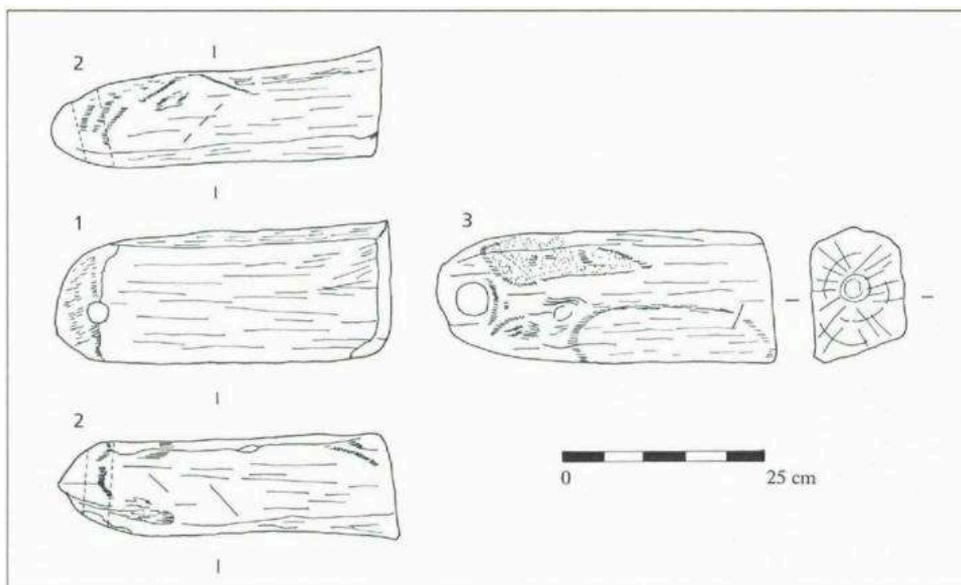


FIG. 100 – L'allonge MBD4, obtenue par réduction (1 face interne, 2 profils, 3 face externe).

- 207 Les nombreuses traces d'outils se présentent dans leur majorité sous la forme d'empreintes similaires à celles observées sur les planches des ponts et les bordages, que l'on a identifiées comme des marques laissées par des haches. D'autres sont plus creuses et peuvent correspondre plutôt à des traces d'herminette (fig. 101).

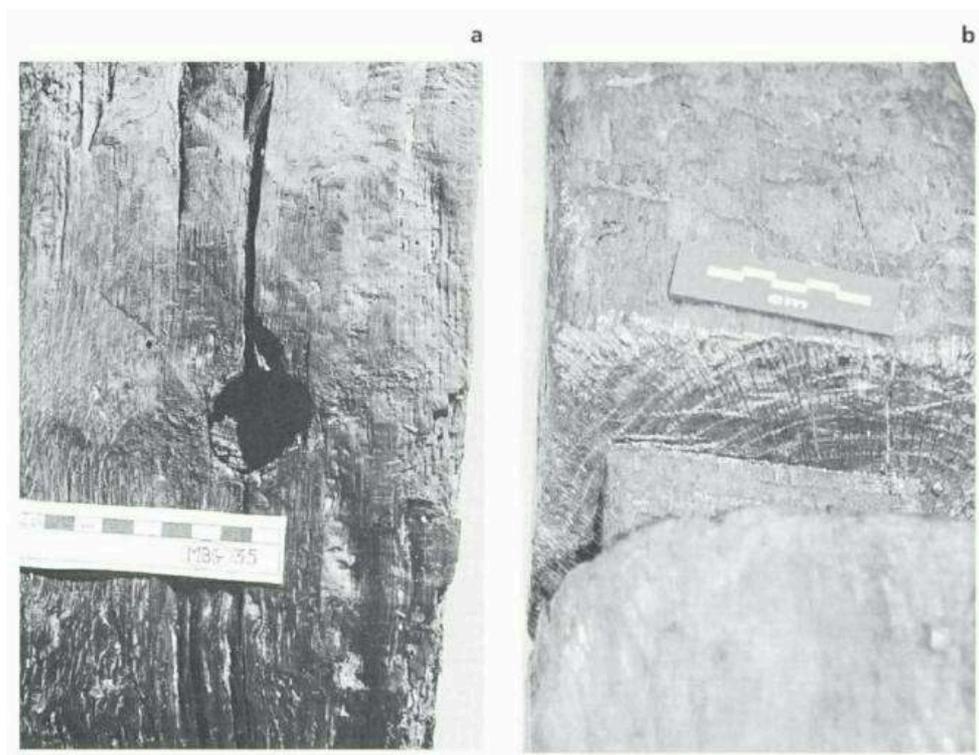


FIG. 101 – Traces d'outils : **A** sur l'allonge MBG35 ; **B** dans l'entaille de l'extrémité du bau traversant TRV5.

- 208 Les aspects les plus notables concernent l'absence de tout indice de débitage à la scie et l'usage systématique de la technique du fendage. Pour ce qui concerne l'absence de traces de sciage, il importe cependant de souligner que, dans le cas des membrures notamment, les marques conservées peuvent correspondre à l'étape finale du façonnage de la pièce. Dans ces conditions, un premier débitage à la scie pourrait n'avoir laissé aucune trace lisible. En revanche, cette ambiguïté semble devoir être écartée pour les baux et la pièce de support du système de gouverne dont les sections, plus ou moins rectangulaires, semblent résulter d'un façonnage direct, sans dégrossissage. Car la présence d'une scie dans l'outillage du charpentier se serait traduite, en toute logique, par l'existence de traits de sciage sur leurs faces. Il en est de même pour les bordages et les planches des ponts.

● Comparaisons

- 209 Dans l'espace nautique de l'Europe de l'Ouest, les bâtiments comparables ne sont guère nombreux. Pour l'Antiquité, les épaves de Blackfriars 1 et de Guernesey présentent, du point de vue du débitage des bordages et des planches, des caractéristiques différentes de celles relevées dans l'épave de Port Berteau II. En effet, les bordages à franc-bord de l'épave de Blackfriars 1 ont été débités par sciage tangentiel (Marsden 1994 : 76), comme ceux de l'épave de Guernesey (Rule, Monaghan 1993 : 17). En revanche, selon une technique similaire à celle observée dans l'épave de Port Berteau II, les membrures de ces deux caboteurs ont été obtenues par réduction d'un tronc ou d'une grosse branche (Marsden 1994 : 76), à la hache pour un premier façonnage, puis à l'herminette pour le façonnage final des membrures de l'épave de Guernesey (Rule, Monaghan 1993 : 17).
- 210 Au cours du haut Moyen Âge, la caractéristique la plus sensible révélée par la documentation archéologique concernant l'Europe du Nord –le seul espace pour lequel la documentation archéologique est importante– est l'usage exclusif du fendage pour la réalisation des bordages. Comme le souligne J. Bill (Bill 1994), si la scie est utilisée dans la construction navale méditerranéenne pendant l'Antiquité (Rival 1991 : 134-143), et continue à être employée durant le haut Moyen Âge, il faut attendre la fin du XIII^e s. pour la voir apparaître sur les chantiers d'Europe du Nord. Rappelons que le recours à la technique du fendage est associé en Europe du Nord au système de construction à clin « bordé premier », fondamentalement différent de celui attesté dans l'épave de Port Berteau II.

Conservation de l'aubier

- 211 Une autre caractéristique importante des bois de l'épave est la conservation d'une partie de l'aubier, une fois achevé le façonnage des pièces de charpente –membrures, baux, bordages et planches des ponts. C'est ainsi que sur les 43 échantillons pris en compte dans les analyses dendrochronologiques, 32 possédaient de l'aubier, partie du bois habituellement enlevée en raison de caractéristiques considérées comme inadaptées à une construction de qualité, à savoir une structure tendre et peu résistante, facilement attaquée par les vers. Or, ce bois « imparfait » présent dans un grand nombre de pièces de charpente était, en réalité, en excellent état de conservation. Cet aubier a-t-il été préservé par des charpentiers qui en connaissaient les capacités de conservation ? Traduit-il l'obligation de disposer de pièces de

charpente d'un échantillonnage suffisant alors que l'on dispose d'approvisionnements en bois jeunes et de dimensions réduites ?

Perçage des avant-trous et creusement des entailles

- 212 Le perçage des nombreux avant-trous dans les bordages et les membrures a probablement été réalisé au moyen d'une tarière à forêt en cuillère. Par ailleurs, le creusement du fond des entailles servant à l'encastrement de l'extrémité des baux dans le bordé a vraisemblablement été effectué à l'aide d'un ciseau.

3.3.13 Conclusion

- 213 Au terme de cette description des vestiges de l'épave se dessine une structure architecturale composée d'un nombre important de pièces de charpente, aux caractéristiques morphologiques et fonctionnelles variées, et qui s'ordonnent en trois ensembles majeurs : la charpente axiale (étrave et étambot), la charpente transversale (allonges et baux traversants), et le bordé à franc-bord. Dans le contexte technique de la fin du VI^e-début du VII^e s., cette diversité des composants de la coque apparaît comme révélatrice de techniques de construction en usage, avant tout, dans les chantiers navals maritimes. En effet, les deux systèmes architecturaux qui, au regard des sources archéologiques⁵⁰, sont attestés en milieu fluvial sont ceux du monoxyle et du monoxyle-assemblé dans lesquels, par définition, ne se retrouve pas la variété morphologique et fonctionnelle des pièces présentes dans l'épave de Port Berteau II. À cet égard, un fait est significatif : les bateaux auxquels on a pu comparer les éléments de la coque sont uniquement des bâtiments de mer. La perspective maritime ainsi offerte au bateau de Port Berteau II fait des microfossiles marins recueillis dans son calfatage un indice supplémentaire d'une relation avec le milieu côtier.

NOTES

1. Une épave médiévale découverte au Danemark en décembre 1996 dans le Limfjord, près d'Aggersund, repose à l'envers par 12 m de fond. À la différence de l'épave de Port Berteau II, ses œuvres vives paraissent bien conservées. Il semblerait que la profondeur soit à l'origine de cette préservation de la partie supérieure de la coque (Upside down 1997 : 24-25).
2. Seuls les fonds de la carène et une partie des flancs sont en général conservés.
3. Cette entaille n'est apparente qu'au niveau de la virure VRD1 du fait du mauvais état de préservation de son extrémité.
4. Leur démontage n'a pas été réalisé en raison des risques très importants d'effondrement de la partie arrière de la coque.
5. À cause du mauvais état de conservation de l'étrave, A. Van de Moortel précise avec prudence qu'il s'agit d'une caractéristique probable.
6. Son étrave est doublée extérieurement par une fausse-étrave.

7. Différence notable : dans le cas des cogues, le bordé des flancs est à clin alors qu'il est à franc-bord dans l'épave de Port Berteau II.
8. Du fait de la position inversée de l'épave, les virures supérieures correspondent, en effet, aux virures les plus proches des fonds de la carène.
9. Le plan original (B9K/8049) et la maquette réalisée en 1880 à partir du relevé (n° inv. 3CP5) sont conservés au musée national de la Marine, à Paris.
10. Au niveau des deux baux, la dernière virure du bordé est la virure VRG2.
11. L'allonge MBG7 a une épaisseur sur le tour de 8,5 cm et une largeur sur le droit de 18,5 cm ; l'allonge MBG16 possède une épaisseur sur le tour de 10 cm et une largeur sur le droit de 14 cm.
12. Intervalle entre la face amont de TRV3 et la face aval de TRV4 ; intervalle entre la face amont de TRV6 et la face aval de TRV7.
13. Le seul bau traversant conservé sur toute sa longueur est le bau TRV7, situé dans la partie arrière de la coque et façonné en un seul élément.
14. Cette largeur importante ne se retrouve pas dans les autres baux.
15. Les deux allonges MBG28 et MBG30 sur lesquelles reposent les baux TRV6 et TRV7 sont l'un des indices, parmi d'autres, du préétablissement des membrures.
16. L'ouvrage le plus récent est celui de W. Lahn (Lahn 1992 : 70-73).
17. Il s'agit des baux 2 à 5 et des serres 5 et 6.
18. Voir par exemple leur position dans la reconstitution de la coque de l'épave de Pantano Longarini (Throckmorton 1987 : 95).
19. Système mixte à franc-bord dans lequel les fonds de la coque sont construits selon le principe « bordé premier » et les hauts selon le principe « membrure première » (Steffy 1982 : 65-86).
20. Au regard des relevés, il ne semble pas que les baux reposent sur un élément de membrure.
21. La pièce TRV1 était légèrement déplacée. Elle se trouvait à l'origine à environ 60 cm de la face interne de l'étrave.
22. Peut-être l'extrémité du barrotin venait-elle reposer sur un support, non conservé, fixé sur la membrure. L'absence presque totale de visibilité dans cette partie profonde de l'épave n'a pas permis d'observer d'éventuelles traces de clouage sur la membrure.
23. L'éventualité d'une légère inclinaison de la pièce EXB3 n'est pas à écarter.
24. Une variante peut être la pose des virures VR1 et VRO suivie de l'introduction et de l'assemblage de la pièce EXA3.
25. Un exemple particulièrement révélateur est celui d'un djangolan en construction à Benoa, Bali (Corre 1987 : p. 92-93). La photographie met en valeur la longue pièce de charpente qui se prolonge à l'extérieur des flancs de la coque.
26. Dans cet ouvrage, voir notamment les exemples d'un djangolan p. 59 et d'un golekan (lete) p. 99.
27. Ces planches ont été démontées et ont donné lieu à terre à un relevé à l'échelle 1.
28. À l'exception des virures centrales, l'épaisseur des bordages de la sole est comprise entre 3 et 5 cm. Celle des flancs est de l'ordre de 5 cm. Nous avons choisi une valeur moyenne de 5 cm.
29. L'épaisseur des bordages est de 4,1 cm et celle des préceintes de 8,1 cm.
30. L'épaisseur au centre des bordages des fonds, qui diffère de celle de leurs cans, est comprise entre 2,5 et 3,5 cm. L'épaisseur au centre des bordages des hauts se situe entre 3,5 et 4 cm. Nous avons opté pour une épaisseur moyenne de 3,5 cm.
31. L'épaisseur des bordages des fonds est comprise entre 3,6 et 3,7 cm ; celle des bordages des hauts entre 2,3 et 4,1 cm, à l'exception de la virure P12, épaisse de 6,1 cm. Nous avons choisi une épaisseur moyenne de 4 cm. L'épaisseur des préceintes, quant à elle, est de 8 cm.
32. Dans le cas des exemples de Kyrenia et de Skuldelev 3, bâtiments construits sur un principe architectural « bordé premier », les différences de rapports sont logiques.

33. Il n'est pas impossible que certaines virures s'achevant en pointe correspondent aussi à une étape ultérieure de montage du bordé.
34. Du fait de l'absence de dédoublement de la virure VRD4, la virure VRD5 du bordé rive droite correspond à la virure VRG6 du bordé rive gauche.
35. L'intervalle est de 47 cm entre les clous 1.99 et 1.129 ; il est de 46 cm entre les clous 1.100 et 1.130.
36. Selon un procédé courant, la gournable, enfoncée en force dans l'avant-trou de section circulaire, a pour fonction d'assurer un assemblage très résistant.
37. Pour éviter l'éclatement du bois (cf. § 3.3.8.2, Écart sur VRG3)
38. Il s'agit des clous fixant la virure VRG3 aux membrures MBG36 et MBG34. Un doute existe pour la fixation de VRG2 à la membrure MBG5, en raison de la dégradation de la moitié inférieure de la virure.
39. Sur les virures de section demi-circulaire : entre 7,5 et 19 cm ; sur les virures de section rectangulaire : entre 7,5 et 8 cm.
40. Pour le bordé rive gauche : entre 14 et 19 cm ; pour le bordé rive droite : entre 7,5 et 14 cm.
41. Un clouage selon un même angle est effectivement susceptible de créer des fentes sur la pièce d'étrave.
42. Ces clouages, peu logiques sur des surfaces de bois très réduites, ne semblent pas, cependant, avoir provoqué un éclatement des fibres.
43. Cet axe a été matérialisé sous l'eau par un fil tendu au moyen d'un flotteur. Rappelons que la partie amont de l'épave, y compris l'étambot, présente une inclinaison latérale située entre 8 et 10°.
44. Distance correspondant à l'intervalle entre la face amont du bau TRV5 et le centre de la pièce SER1, au niveau de la membrure MBG26.
45. À la distance séparant le pont du taquet s'ajoute un écart en hauteur d'une vingtaine de centimètres entre l'emplacement du taquet et la surface du pont arrière. À titre de comparaison, on peut observer que le bateau de Lanvéoc, dont l'organisation de l'espace intérieur est analogue, possède pour tourner l'écoute* de la voile carré un taquet qui est situé à un niveau similaire à celui du taquet SER1. Ce taquet du bateau de Lanvéoc ne pouvait être utilisé que par un marin se trouvant dans l'espace central non ponté (Boudriot, Berti 1988 : 46, photo 4).
46. Longueur à partir de l'extrémité amont au niveau du bau traversant TRV7.
47. La longueur totale de la planche PL13 correspond sensiblement à la largeur de la coque au niveau du bau TRV6.
48. On trouvera une définition très précise du brai* dans Bonnefoux et Paris 1847 : 128.
49. Les documents du Clos des Galées de Rouen fournissent, pour le Moyen Âge, de nombreux exemples en relation avec des navires construits à franc-bord mais aussi à clin (Rieth 1996 : 55-67).
50. Il est bien évident que les sources archéologiques posent le problème, classique et difficile, de leur échantillonnage et de leur représentativité. Les rares sources écrites du haut Moyen Âge, quant à elles, sont allusives et ne permettent pas de saisir la nature précise du système architectural.

RÉSUMÉS

L'épave, reposant à l'envers sur le fond de la Charente, a une longueur de 14,60 m et une largeur de 4,80 m. Dans la partie arrière, la coque est conservée en élévation sur une hauteur de près de 1,70 m. Les analyses dendrochronologiques des échantillons de la charpente (laboratoire de Chrono-Écologie, Besançon) ont abouti à une proposition de datation de l'abattage des chênes au cours de l'hiver 599 ap. J.-C., permettant de situer la construction au cours de l'année 600.

La coque, aux extrémités en pointe s'achevant sur une étrave et un étambot, se compose d'un ensemble dense de membrures, d'une série de baux traversants dont les extrémités saillantes sont encastrées dans les flancs, d'un bordé à franc-bord dont les joints sont calfatés avec une étoupe végétale, d'un pont avant et arrière, d'un support d'un (ou de deux) gouvernail latéral, comparable à un bau traversant mais dont chaque branche se prolonge à l'extérieur des flancs, sur une longueur de 1,60 m pour l'une et 1,65 m pour l'autre. Les bordages à franc-bord, sans aucune liaison entre eux, sont assemblés aux membrures par des chevilles en bois et, à l'étrave et à l'étambot, par des clous. Ces caractéristiques architecturales, très différentes de celles des embarcations strictement fluviales –de principe monoxyle ou monoxyle assemblé– qui sont attestés au Moyen Âge dans la Charente, paraissent relever de techniques de construction spécifiquement maritime.

The wreck, lying upside down on the bed of the Charente, is 14.60 meters long and 4.80 meters wide. The rear of the hull is preserved to a height of around 1.70 meters. Dendrochronology measurements carried out on ship-timber samples by the Chrono-Ecology laboratory in Besançon indicate that the oak used came from trees cut down during the winter of 599 A. D. and that the boat was built during the year 600.

The hull, whose pointed ends are formed by a stem and a stern-post, is made up of a dense assemblage of ribs, a series of cross-beams whose protruding ends are slotted into the sides, carvel planking whose joints are caulked with plant tow, a fore and aft deck, and a support for one (or two) side rudders which resembles a cross-beam but has extremities which extend beyond either side of the boat by 1.60 meters and 1.65 meters respectively. The carvel planks are not linked and are fixed to the ribs with wooden pegs and to the stem and stern-post with nails. These building techniques appear to be those used on sea-going ships and are very different from those used on strictly river-going vessels which are known to have existed in the Charente area during the Middle Ages and are generally one piece or assembled dug-outs.

Das umgekehrt auf dem Grund der Charente liegende Wrack ist 14,60 m lang und 4,80 m breit. Im hinteren Teil ist der Rumpf auf einer Höhe von ungefähr 1,70 m erhalten. Die dendrochronologischen Analysen der Probeentnahmen im Holzgerüst (laboratoire de Chrono-Écologie, Besançon) haben ergeben, dass die Eichen um 599 n. Chr. im Winter gefällt worden sein müssen, was den Bau im Laufe des Jahres 600 nahe legt.

Der Rumpf mit zugespitzten Enden, die in einem Vorsteven und einem Hintersteven auslaufen, setzt sich aus einem dichten Spanten Gerüst, einer Serie von Querbalken mit in den Flanken eingelassenen vorspringenden Enden, eine Beplankung an Freibord deren Fugen mit einer geteerter pflanzlichen Materie kalfatert waren, einer Vorder- und Hinterbrücke, einem Träger von einem oder zwei seitlichen Rudern, vergleichbar mit einem Querbalken, dessen Arme sich über die Flanken hinaus über eine Länge von 1,60 einerseits und 1,65 andererseits verlängern. Die Planken an Freibord, ohne jede Verbindung untereinander, sind mit den Spanten mit Holzdübeln, am Vorsteven und Hintersteven mit Nägeln verbunden. Diese baulichen Eigenschaften unterscheiden sich wesentlich von denen der ausschließlichen für die Binnenschiffahrt gebauten Booten –aus einem Stück oder mehreren zusammensetzen

Einzelteilen- die im Mittelalter in der Charente bezeugt sind; sie scheinen im Gegenteil von speziell maritimen Konstruktionstechniken zu zeugen.

Chapitre 4. Le bâtiment

Éric Rieth

4.1 Essai de définition des caractéristiques architecturales

- 1 Après la description systématique et aussi complète que possible des vestiges archéologiques, la première étape de l'analyse de l'épave, envisagée avant tout d'un point de vue technique, concerne la restitution de ses formes. En effet, leurs caractéristiques, en relation avec la nature de la structure de la coque, sont des données essentielles pour appréhender l'ensemble du système architectural du bateau. Il est fondamental, notamment, de savoir s'il s'agit d'une carène à fond plat, construite sur une sole (sans quille), ou d'une carène bâtie sur une quille, chaque type de coque renvoyant à un système architectural défini. À cet égard, L. Basch soulignait, dès 1972, la particularité de la construction à fond plat. À propos de la construction du bateau de Blackfriars 1, il écrivait : « *it is typical of keel-less, flat-bottomed boats that are neither "skeleton", nor "shell" technique* » (« elle est caractéristique des bateaux sans quille à fond plat, qui ne font appel ni à la technique "membrure première" ni à celle "bordé premier" ») (Basch 1972 : 41). En d'autres termes, l'absence de quille est une caractéristique significative d'un système architectural particulier dans lequel le fond plat possède « un rôle actif au niveau de la structure [...] (et) aussi une fonction évidente de gabarit [...] correspondant à un système technologique cohérent, autonome, différent des principes "en coquille" ou "sur squelette" » (Rieth 1981 : 54)¹. La définition du système architectural du bateau de Port Berteau II implique cette connaissance préalable des formes de carène.

4.1.1 Formes de la coque

- 2 Restituer les formes d'une coque constitue toujours une phase de recherche à la fois séduisante, mais aussi délicate et semée de difficultés. L'épave de Port Berteau II n'échappe pas à cette règle, avec un obstacle supplémentaire : la disparition totale des fonds de la carène. Or, c'est habituellement en prenant appui sur la forme des fonds,

déterminante du point de vue morphologique, que le volume de la coque est restitué. Par ailleurs, aucune autre épave ne pouvait être utilisée comme modèle de restitution². Malgré cette absence de référence, il nous a semblé intéressant d'essayer de mener à bien cette étude des formes. Elle a été conduite en relation constante avec Jean-Philippe Gautier, architecte, qui a assumé la responsabilité des relevés lors de la fouille – planimétrie et coupes transversales –, et de leur traitement informatique. L'étude a été poursuivie, dans une même relation de collaboration étroite, avec Marc Ginisty, architecte naval. Il était fondamental, en effet, de confronter chaque étape de la restitution aux données archéologiques de manière à contrôler, et à réduire au maximum, les interprétations. Rien n'est effectivement plus facile, et attirant, que de prolonger des lignes pour aboutir à des formes certes harmonieuses mais bien loin de la réalité de l'épave.

- 3 En fonction des données archéologiques disponibles, des limites à la restitution ont donc été fixées, l'objectif n'étant pas d'aboutir à une restitution considérée comme unique et définitive de la coque du bateau de Port Berteau II Rappelons que les vestiges préservés représentent environ 10 % de la totalité de la coque, pourcentage à rapprocher de celui de l'épave du XI^e s. de Serçe Liman, en Turquie, où les vestiges conservés correspondent à environ 20 % de la coque. En revanche, dans le cas de l'épave du IV^e s. av. J.-C. de Kyrenia (Chypre), près de 60 % des éléments de la coque sont préservés. Il est bien évident que dans ce dernier exemple, la restitution peut être considérée comme très proche du modèle original tant en ce qui concerne les dimensions que les formes de la carène. Il n'en va pas de même pour les épaves de Port Berteau II et de Serçe Liman, où la part d'hypothèse est, en toute logique, beaucoup plus importante.
- 4 Dans ces conditions, et suivant le juste point de vue adopté par P. Adam dans ses recherches sur les méthodes informatiques appliquées à la restitution des formes de carène des épaves (Adam 1985 : 234), nous nous sommes fixés pour objectif de rattacher notre épave à un modèle architectural faisant partie d'une famille de formes. En définissant ce modèle architectural, il était possible de disposer de nouvelles données qui permettraient d'aller au-delà de la simple analyse technique des vestiges architecturaux et d'élargir ainsi le champ d'interprétation historique de l'épave.

4.1.1.1 Données de base

Les coupes transversales

- 5 Le premier ensemble de données est constitué par les trente-deux coupes transversales (**fig. 102**), établies à partir de trente-deux séries de mesures prises sur la face interne du bordé rive gauche. Avant de les commenter, quatre points sont à souligner.

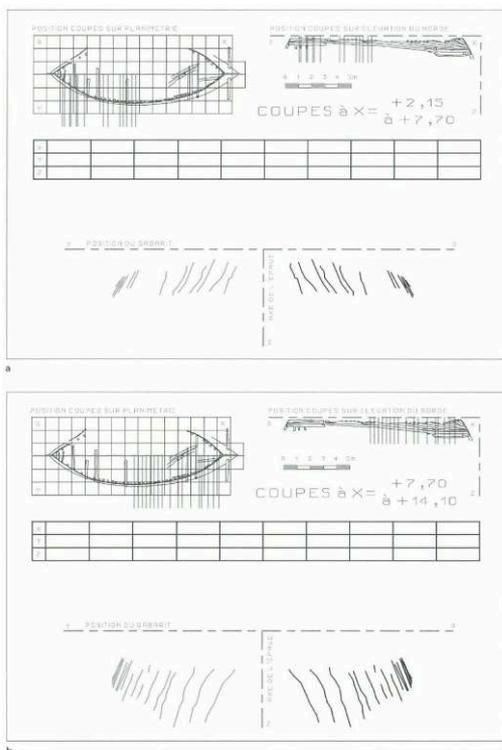
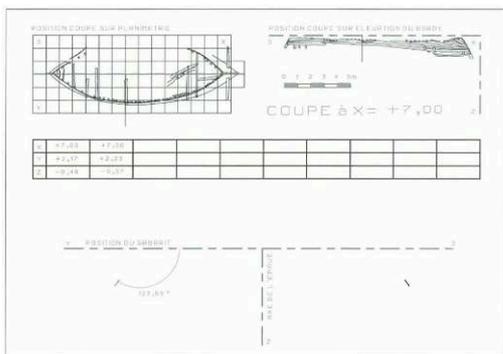


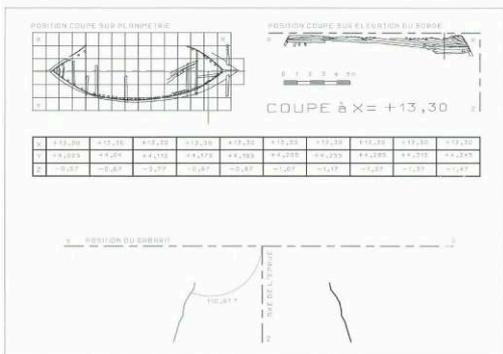
FIG. 102 – Coupes transversales cumulées : **A** moitié avant de la coque ; **B** moitié arrière de la coque. Les sections figurées à gauche (en gris), totalement restituées, ont été obtenues par inversion de celles de droite (en noir), relevées sur le bordé rive gauche. Le même principe de représentation a été suivi pour toutes les coupes.

- 6 En premier lieu, ces relevés ont été exécutés dans des conditions de travail très contraignantes en raison, notamment, de la visibilité très réduite rencontrée lors de la plupart des plongées et de la position renversée de l'épave. C'est ainsi que dans la partie arrière de la coque, la mieux préservée en élévation, les mesures ont été tout particulièrement difficiles à prendre, compte tenu du resserrement des flancs. Ces conditions de travail ont eu des répercussions, en toute logique, sur la précision de la cotation. Il n'a pas été possible d'éviter de petites erreurs (estimées à 2 ou 3 cm), intervenues soit lors de la prise de la cote, soit lors de sa lecture, et ceci en dépit des contrôles systématiquement opérés.
- 7 En deuxième lieu, toutes les mesures ont été réalisées en x, y et z à partir du plan de référence horizontal constitué par les gabarits métalliques ABDCEFHG. Les coupes transversales sont donc systématiquement situées dans un plan strictement perpendiculaire aux gabarits de référence. En revanche, elles présentent une obliquité –différente selon leur localisation–, par rapport à l'axe longitudinal de l'épave, en raison de l'inclinaison axiale (amont-aval) de l'ensemble des vestiges qui est de l'ordre de 5°. En outre, s'ajoute à cette pente une inclinaison transversale de la coque, de 4 à 5° dans la partie aval et de 8° en moyenne dans la partie amont.
- 8 En troisième lieu, la hauteur des coupes transversales est variable. Dans la partie centrale de la coque, où seules deux virures sont conservées, elle se réduit parfois à une dizaine de centimètres (**fig. 103a**). Dans la partie amont, par contre, où le bordé est beaucoup mieux préservé en élévation, la hauteur des coupes se situe entre 70 et 90 cm (**fig. 103b**). Dans la partie aval, où quatre virures sont encore en place, la hauteur des

coupes est comprise entre 40 et 50 cm (fig. 103c). Ceci a bien entendu des conséquences sur la restitution des formes.

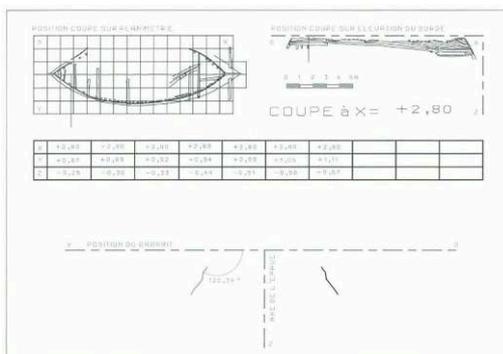


a

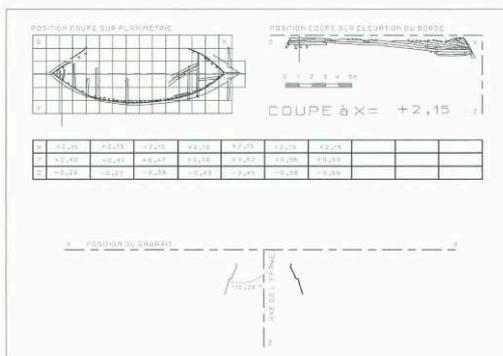


b

FIG. 103



c



d

FIG. 103 (suite)

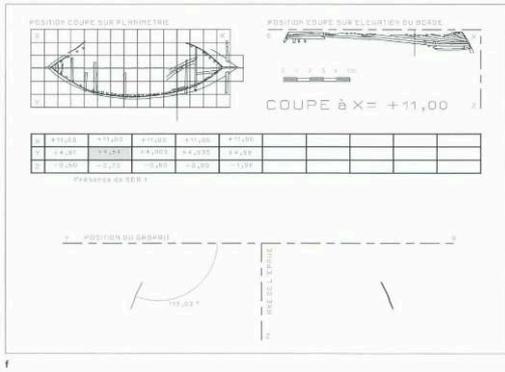
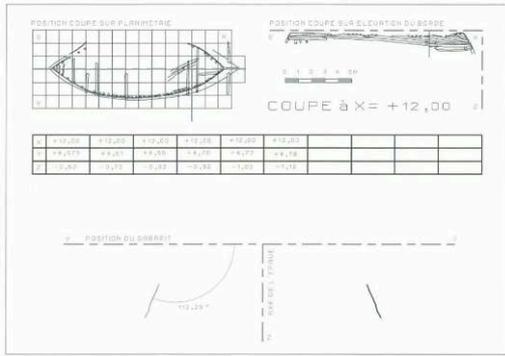


FIG. 103 (suite)

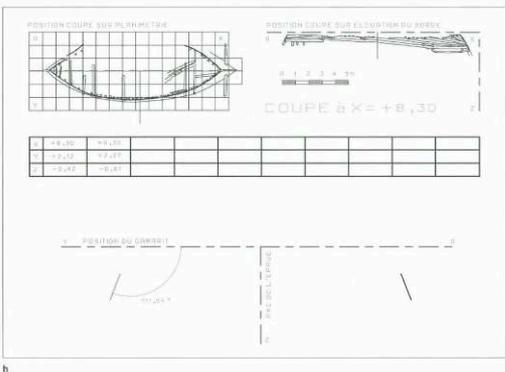
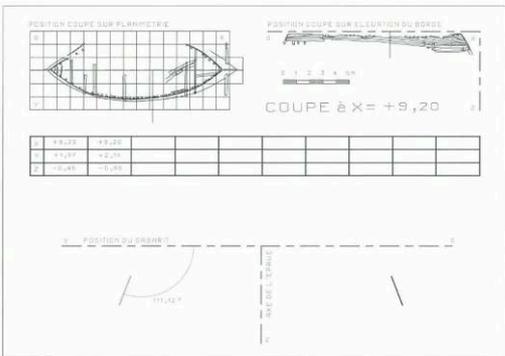


FIG. 103 (suite)

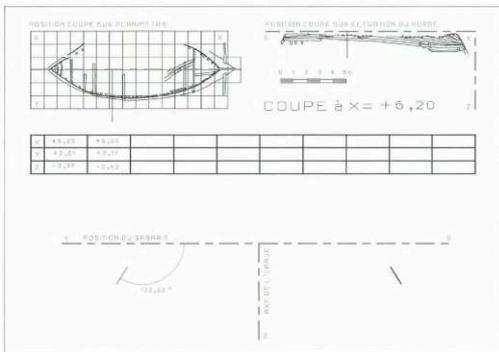
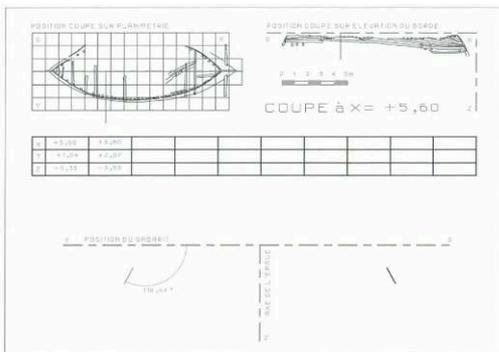


FIG. 103 (suite)

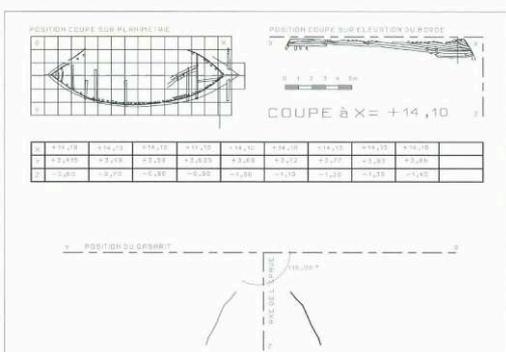
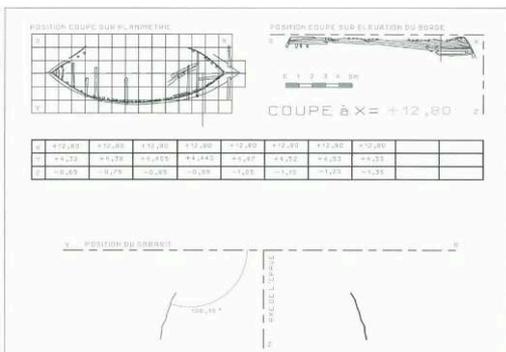


FIG. 103 (suite)

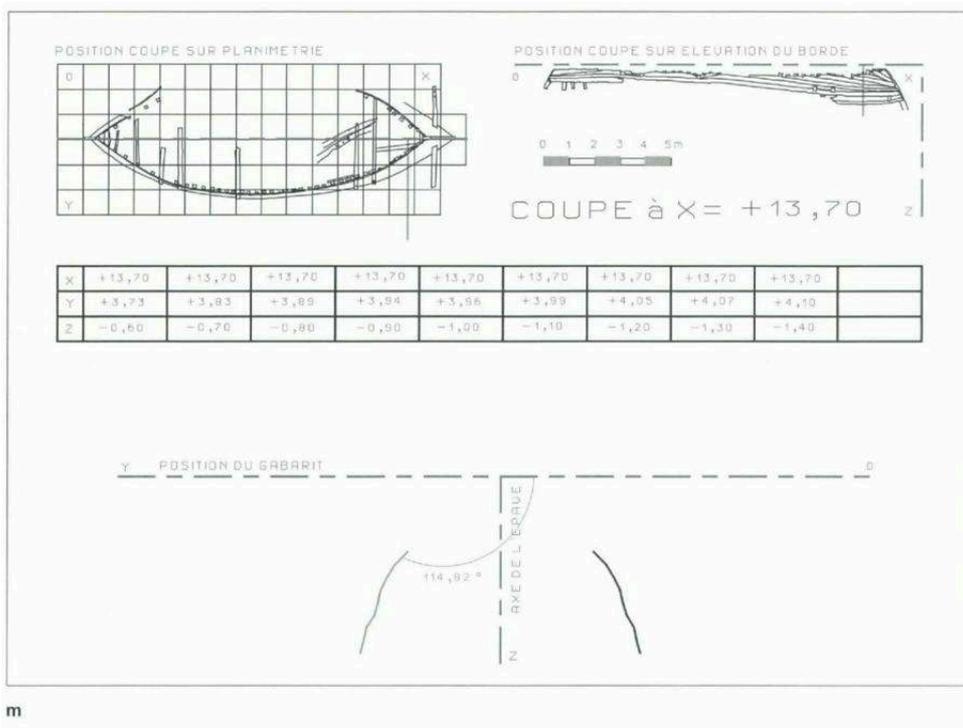


FIG. 103 – Les coupes transversales font apparaître les caractéristiques de la coque : **A-C** variations dans l'élevation conservée ; **D** déformation ; **E-I** tracé du bordé ; **J-K** angles d'inclinaison du bordé par rapport à l'horizontale ; **L-M** pincement des formes.

- 9 En quatrième lieu enfin, des déformations de la coque³ ne sont pas à écarter, même si elles ne semblent pas avoir affecté fortement le profil général des coupes, si ce n'est au niveau de l'extrémité aval, où des déplacements du can de certaines virures ont été observés (**fig. 103d**).
- 10 En tenant compte de ces limites, les trente-deux plans de coupes transversaux établis sur la longueur totale de la coque font apparaître plusieurs caractéristiques importantes⁴. On constate tout d'abord que le bordé présente, en règle générale, un tracé relativement droit (**fig. 103e-i**). On observe par ailleurs que l'inclinaison du bordé par rapport au plan de référence horizontal des gabarits varie faiblement (14°) sur la longueur de la coque : la plus importante est de 122° (à X = 0 + 6,20 m) (**fig. 103j**) et la plus réduite est de 108° (à X = 0 + 12,80 m) (**fig. 103k**). Si l'on considère les valeurs obtenues pour la moitié aval (avant) de la coque –sur les seize coupes comprises entre + 2,15 m et + 7,70 m–, et celles obtenues pour la moitié amont (arrière) –sur les seize coupes comprises entre + 8 m et + 14,10 m–, deux moyennes se distinguent : celle de la moitié avant de la coque est de l'ordre de 117,5° et celle de la moitié arrière d'environ 112°. Il est à noter que ces moyennes correspondent, pour celle de la moitié avant, à l'inclinaison des branches de la pièce EXB3 et, pour celles de la moitié arrière, à l'inclinaison des branches de la pièce EXA3. La différence d'inclinaison du bordé semblerait être le signe d'une coque dont les hauts seraient légèrement plus ouverts dans la partie avant que dans la partie arrière. Une dernière caractéristique importante, nettement perceptible sur les coupes transversales les plus longues –celles qui sont situées près de l'extrémité amont de l'épave–, est l'amorce sensible d'une rentrée courbe du bordé, et donc d'un pincement des formes, dans le haut des coupes (**fig. 103l-m**).

Le plan en développé

- 11 Le second ensemble de données est fourni par le plan en développé du bordé rive gauche, intégralement conservé de l'étrave à l'étambot. Ce plan est fondamental pour restituer les formes de la coque, après mise en relation avec les informations fournies par les coupes transversales, dans la mesure où il correspond au tracé réel des différents bordages. Rappelons brièvement que ce plan en développé a fait apparaître, dans la partie arrière de la coque tout particulièrement, plusieurs caractéristiques dont les plus importantes sont au nombre de trois : premièrement, des virures sensiblement horizontales et de largeur régulière situées dans la partie la plus basse de l'épave ; deuxièmement, des virures présentant une inclinaison de plus en plus prononcée au niveau de leur fixation sur l'étambot, dans la partie haute de l'épave ; troisièmement, des virures de diminution s'achevant en pointe soit sur l'étambot, soit à une certaine distance de celui-ci. Cette organisation du bordé a été interprétée comme le résultat des fortes contraintes imposées aux extrémités de la coque par un pincement marqué du volume de la carène.
- 12 C'est à partir de ces deux ensembles de données archéologiques que la restitution des formes a été conduite.

4.1.1.2 Méthode

- 13 La première phase de la recherche, menée par J.-P. Gautier, a consisté à redresser les coupes transversales en corrigeant leur obliquité par rapport à l'axe longitudinal de l'épave. En outre, un premier essai de restitution des volumes a été tenté dans la perspective principale d'évaluer les problèmes soulevés par la documentation archéologique et de préciser le protocole méthodologique. À titre d'hypothèse, nous avons choisi de restituer *a priori* un fond plat à l'épave. Cette restitution a été réalisée au moyen de deux maquettes, la première à l'échelle 1/10 simplement pour visualiser les coupes dans l'espace et la seconde à l'échelle 1/5 pour tracer le contour des coupes restituées (**fig. 104**). Si la première maquette, en carton, était d'une confection sommaire et à petite échelle, la seconde en revanche, construite à plus grande échelle, était beaucoup plus précise. Elle comportait une série de gabarits figurant les demi-coupes transversales. Sur ces gabarits étaient disposées, à titre de contrôle, les différentes virures confectionnées en carton à partir du plan en développé du bordé. Une série de lisses en bois était fixée sur la partie restituée des coupes. Un relevé des sections* transversales a été réalisé ensuite à partir de la maquette puis traité à l'aide d'un logiciel de dessin.

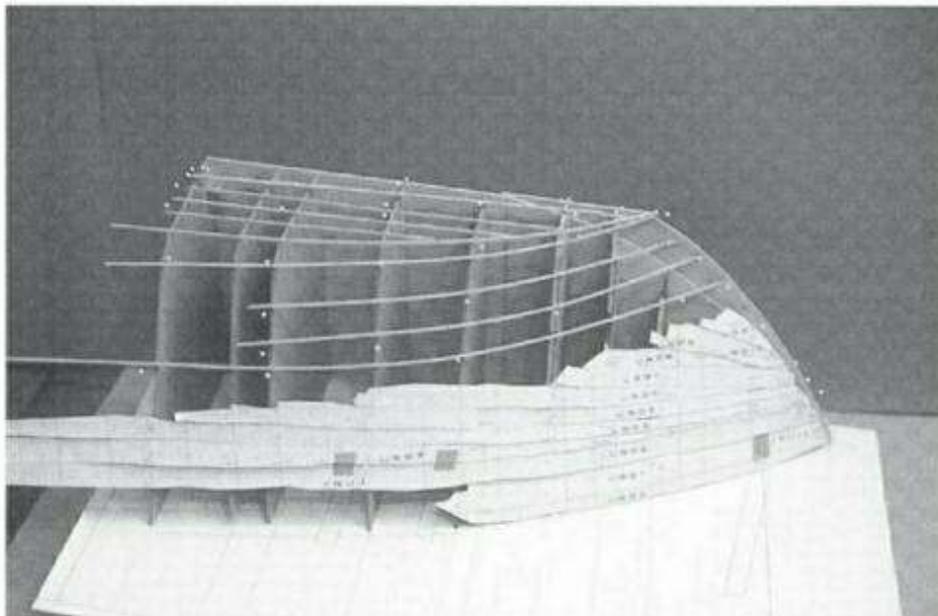


FIG. 104 – Maquette d'étude au 1/5 avec bordages et lisses.

- 14 La seconde phase de la recherche, mise en œuvre par M. Ginisty, a fait appel à un logiciel spécialisé d'architecture navale d'origine américaine : Pralines Vacanti (PC). Prenant appui uniquement sur les coupes transversales redressées et le plan en développé du bordé, on a dans un premier temps testé la validité de l'hypothèse d'une coque à fond plat. Celle-ci s'est avérée incompatible avec le plan du bordé de l'épave, et en particulier avec la manière dont certaines virures s'inclinent au niveau de l'étambot et diminuent pour se terminer en pointe sur ou à proximité de cette pièce. En effet, la fermeture d'une coque à fond plat sur l'étrave et l'étambot implique, non pas des virures de diminution comme sur l'épave de Port Berteau II, mais des virures dont la largeur augmente en raison d'une surface de bordé plus développée aux extrémités de la coque que dans sa partie centrale⁵. Abandonnant cette première hypothèse, on a alors prolongé, d'une façon progressive et synchronique, les virures du bordé et les coupes transversales de façon à fermer les fonds de la carène. À la différence de ce qui s'était passé précédemment, aucun *a priori* architectural –coque construite sur sole ou sur quille en fonction d'un creux* déterminé– ne guida cette restitution. Elle a été menée en suivant rigoureusement les données archéologiques et en réduisant au maximum les interprétations. En particulier, le choix a été fait de limiter au strict minimum le nombre de virures restituées pour fermer le volume des fonds de la carène.

4.1.1.3 Restitution

- 15 La restitution est basée sur l'hypothèse que des bordages aussi longs et larges que possible ont été utilisés afin de donner à la coque un maximum de rigidité et de longévité. La virure VRG2, composée d'un seul élément long de 15,45 m, et la virure VRG3, constituée de deux bordages dont la longueur totale est de 15,25 m, viennent conforter, au demeurant, cette hypothèse. Considérant le pincement des formes aux extrémités de la coque, et dans la perspective, techniquement logique, d'assembler par clouage le plus grand nombre possible de bordages sur l'étrave et l'étambot, il a semblé vraisemblable que certains d'entre eux aient été brochetés. Les

données archéologiques corroborent en l'occurrence cette hypothèse : près de l'étambot, où le bordé est le mieux préservé en élévation, douze bordages (VRG0-VRG11) ont été relevés dont trois (VRG9, VRG10 et VRG11) sont à la fois brochetés et fortement inclinés (cf. fig. 73). Dans ces conditions, trois bordages (numérotés 8a, 8b et 8c sur la fig. 105) sont nécessaires et suffisants pour combler l'espace créé par l'angle ouvert ménagé entre VRG8 et VRG9. En considérant que la largeur moyenne des virures est de 19 cm au niveau du maître bau, le périmètre de celui-ci peut être estimé à environ 5,70 m.

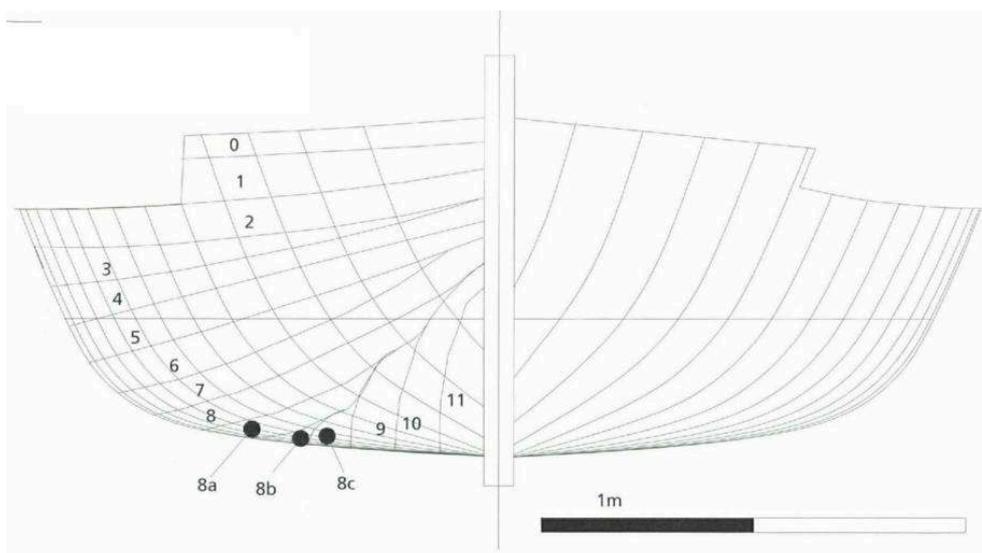


FIG. 105 – Restitution du plan transversal de la carène. À gauche sont figurées les virures de la moitié arrière de la coque.

- 16 L'étape suivante a consisté à faire correspondre, grâce au logiciel Prolines Vacanti, l'angle des bordages avec le périmètre des sections transversales, fourni pour chacune d'entre elles par le nombre et la largeur des bordages. C'est sur la base des données archéologiques relatives à la partie arrière de la coque, où le bordé est le mieux conservé, que cette opération a été effectuée (fig. 105). La restitution de la partie avant a été réalisée en considérant que le nombre de ses bordages était semblable à celui de la partie arrière. Au terme de nombreux essais, un plan de formes considéré comme le plus proche des données d'origine et le plus cohérent architecturalement a été établi (fig. 106). La fermeture des fonds sur une quille droite est apparue comme la seule hypothèse susceptible de répondre au plan du bordé⁶.

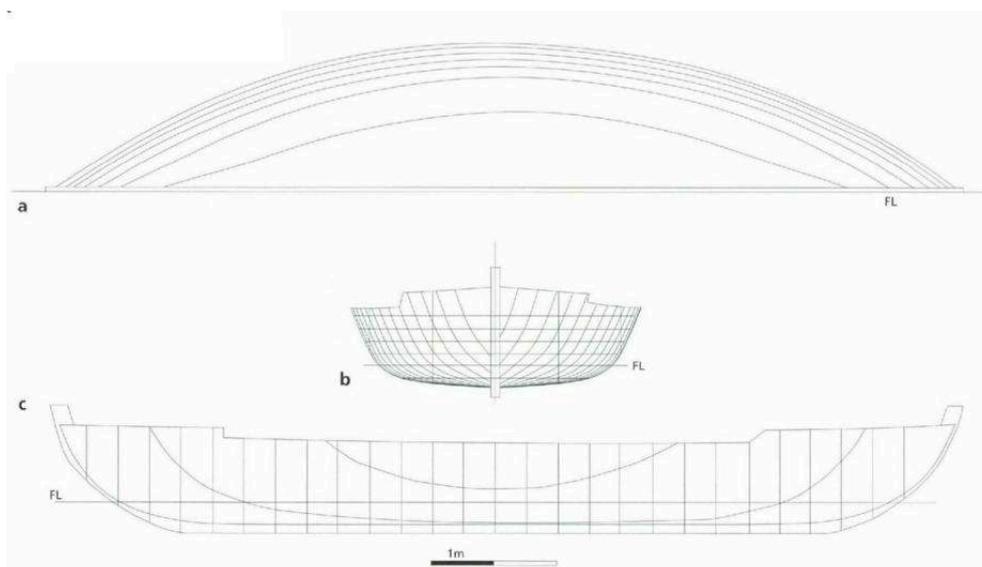


FIG. 106 – Restitution du plan des formes : **A** plan horizontal ; **B** plan transversal ; **C** plan longitudinal.

Les dimensions de la coque

- 17 Sa longueur totale (L) est de 14,29 m⁷, pour une longueur de quille de 10,30 m, une largeur hors bordé (1) au maître couple de 4,80 m et un creux (c) au maître bau de 1,20 m. Les principaux rapports de proportions s'établissent comme suit : 1/L : 1/2,9 ; c/1 : 1/4 ; c/L : 1/11,9.
- 18 Ces rapports sont indicateurs de certaines tendances architecturales. Comparons-les avec ceux de trois bâtiments de dimensions sensiblement similaires à celles du bateau de Port Berteau II : Kyrenia (IV^e s. av. J.-C.), Skuldelev3 (milieu du XI^e s.) et Lanvéoc (années 1830).
- 19 Kyrenia
13,86 m de long, 4,20 m de large, 1,65 m de creux, soit : 1/L : 1/3,3, c/1 : 1/2,5, c/L : 1/8,4.
- 20 Skuldelev 3
13,30 m de long, 3,30 m de large, 1,40 m de creux, soit : 1/L : 1/4, c/1 : 1/2,3, c/L : 1/9,5.
- 21 Lanvéoc
12,60 m de long, 3,85 m de large, 1,70 m de creux, soit : 1/L : 1/3,2, c/1 : 1/2,2, c/L : 1/7,4.
- 22 Il est bien certain que ces rapports de proportions ne fournissent que des tendances. Deux rapports identiques ne signifient nullement une identité de formes de carène. Tout dépend du tracé du maître couple et de celui des lignes d'eau. Première tendance : la coque du bateau de Port Berteau II paraît beaucoup plus large par rapport à sa longueur (1/L) que celle des trois bâtiments auxquels on l'a comparé. C'est le volume transversal de la carène, en rapport avec la capacité de charge, qui semble avoir été privilégié. Il est à noter, par ailleurs, que ce rapport d'allongement s'inscrit dans les limites (basses) de celui des bâtiments de mer. En revanche, il ne correspond pas à celui des bateaux de navigation fluviale dont les rapports d'allongement sont souvent supérieurs à 1/5 ou 1/6. Deuxième tendance : le creux du bateau de Port Berteau II, au regard de sa longueur (c/L) et de sa largeur (c/1), est nettement plus faible que dans les

trois autres exemples. Il semble beaucoup plus compatible avec une navigation en milieu protégé, maritime et fluvial, que dans un espace maritime ouvert, soumis à des conditions difficiles, du fait de la hauteur des vagues notamment.

Le maître couple

- 23 Le maître couple (**fig. 107**) présente une varangue plate⁸, sans retour de galbord*, qui, de la quille jusqu'au départ du bouchain*, se relève progressivement. A 1,30 m de l'arête de la quille⁹, le relèvement¹⁰ de la varangue par rapport à une horizontale passant par la face supérieure de la quille est de l'ordre de 10 cm. Le bouchain en forme est doté d'un large arc de courbure. Les flancs sont rectilignes et très ouverts. Cette figure du maître couple, géométriquement très différente de celle des bateaux de navigation intérieure construits sur sole, semble traduire le choix de réduire le tirant d'eau*, de faciliter l'échouage droit et de favoriser la capacité de charge. Ces trois caractéristiques sont, au demeurant, parfaitement cohérentes avec les rapports de proportions de la coque. Par ailleurs, le maître couple possède un creux réduit qui a comme conséquence une faible défense de la coque contre la mer. Ce manque de protection, également lisible dans les rapports de proportions, est accentué par l'absence de pont dans la partie centrale de la coque.

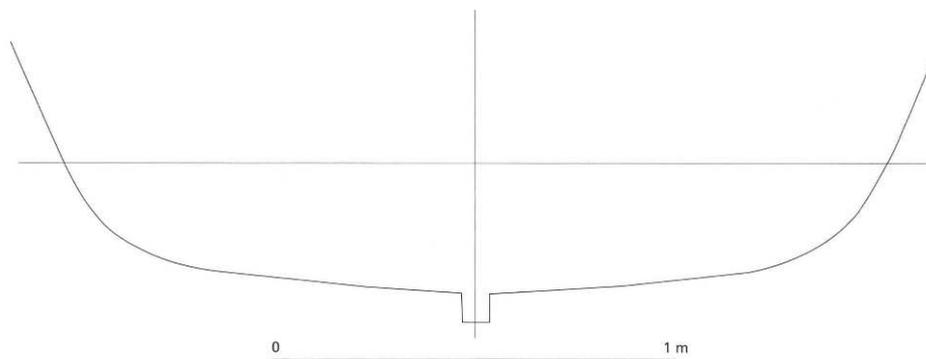


FIG. 107 – Restitution du maître couple.

- 24 L'une des interrogations soulevée par ce maître couple restitué est celle de son rattachement à une famille de formes¹¹. Sans nous livrer ici à une étude détaillée de cette question, plusieurs remarques semblent importantes à faire. Comparons le bateau de Port Berteau II avec les trois caboteurs qui nous servent de modèle : ceux de Kyrenia, Skuldelev 3 et Lanvéoc. Seul le maître couple du bateau de Lanvéoc possède dans le tracé de sa maîtresse varangue (Boudriot, Berti 1988 : pl. 1) des similitudes avec notre bâtiment. La forme de ses flancs, par contre, est différente¹² comme l'est également la valeur, beaucoup plus importante, de son creux. D'une manière plus générale, cette figure de maître couple à varangue plate est attestée dès l'Antiquité dans le contexte méditerranéen. C'est ainsi que le caboteur des Laurons 2, dans le golfe de Fos, daté de l'extrême fin du III^e s. ap. J.-C. (Gassend, Liou, Ximénès 1984¹³), est doté d'une maîtresse section similaire, de maints points de vue, à celle du bateau de Port Berteau II. La principale différence tient au creux du bateau des Laurons 2 qui est plus élevé, sans doute parce qu'il naviguait dans un milieu beaucoup plus ouvert. Notons en outre que le caboteur de Kyrenia, certes plus ancien (rappelons qu'il est daté du IV^e s. av. J.-C.) que celui des Laurons 2, mais relevant du même système architectural « bordé premier », présente un maître couple de tracé très différent. Ce n'est donc pas le système

architectural qui semblerait imposer, dans ce cas tout au moins, la forme de la maîtresse section. Celle-ci paraîtrait résulter, avant tout, du choix du constructeur en fonction de critères –programme de navigation, culture du constructeur, tradition du chantier naval...– qui, à l’exception de celui lié au programme de navigation, nous échappent. Remarquons enfin qu’en référence à un système architectural de principe « membrure première », cette figure de maître couple à varangue plate et faible relèvement se retrouvait en Méditerranée jusqu’à une date récente dans les embarcations et les bâtiments traditionnels dont la conception des formes reposait sur l’emploi du gabarit de Saint-Joseph (Vence 1897 : 25-31).

Les sections transversales

- 25 La lecture des sections transversales (cf. **fig. 106b**) fait apparaître deux caractéristiques principales.
- 26 D’une part, les sept sections localisées en arrière du maître couple et les huit situées en avant présentent un acculement* progressif corrélativement à une diminution de la longueur du plat de la varangue. Leur figure géométrique paraît directement dériver de celle de la maîtresse section. Ces sections sont disposées sur l’axe de la quille.
- 27 D’autre part, les sections des extrémités de l’arrière et de l’avant, et notamment celles qui sont en relation avec l’étambot et l’étrave, sont dotées d’un acculement prononcé, mais sans rentrée dans les fonds. Leur tracé ne présente pas de courbures forcées. Soulignons que, pour l’essentiel, les sections transversales des extrémités de la coque sont associées à des membrures dévoyées du fait de leur absence d’équerrage.

Les sections horizontales

- 28 Les sections horizontales, correspondant au plan des lignes d’eau (cf. **fig. 106a**), révèlent des formes simples, douces, régulières, équilibrées et non forcées aux extrémités. À l’approche de l’étrave comme à proximité de l’étambot, les lignes d’eau sont naturellement tendues, sans pratiquement aucun creux pour les plus basses d’entre elles qui correspondent aux fonds de la carène. On peut se demander à ce sujet si une relation ne serait pas à établir avec les procédés de construction mis en œuvre et la manière dont les bordages auraient été disposés et ployés vers les extrémités de la coque.
- 29 Une autre caractéristique importante de ces sections horizontales concerne la position de la maîtresse section, placée au milieu de la coque¹⁴. Pour autant, cette situation n’entraîne pas une stricte symétrie des volumes avant et arrière, comme l’indiquent les trois courbes des aires calculées en fonction d’une gîte nulle (cf. annexe 4, § 1). On constate que le volume de l’avant, en déplacement léger* comme en charges normale et maximum, est très légèrement plus élevé que celui de l’arrière (cf. **fig. 131**). Cette différence peut être interprétée comme une tendance à soulager la carène sur l’avant de manière à rendre plus aisé le passage dans une mer agitée.

Conclusion

- 30 Il ressort de cet examen de la restitution du plan des formes que la coque du bateau de Port Bertheau II, aux lignes révélatrices d’une conception maritime –rapports de proportions, figure de la maîtresse section, fermeture de la carène en pointe...–,

présente des volumes simples, doux, équilibrés, sans courbes forcées, en relation avec une carène pour laquelle la faiblesse du tirant d'eau, la facilité d'échouage droit et la capacité de charge ont été privilégiées (**fig. 108**). Selon le jugement émis par Marc Ginisty, architecte naval et constructeur¹⁵ pour qui il s'agissait d'un premier contact avec un bâtiment « archéologique » : « C'est un bateau simple à construire, un bon bateau ! ».

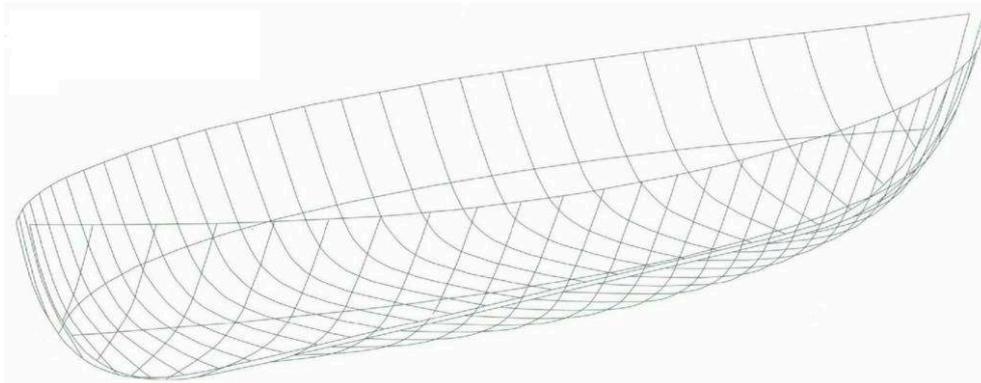


FIG. 108 – Restitution en trois dimensions de la carène.

4.1.2 Poids de la coque, tonnage et caractéristiques techniques

4.1.2.1 Poids de la coque

Estimation

- 31 Un devis estimatif du poids de la coque a été effectué (cf. annexe 4, § 2). À partir des vestiges conservés, une évaluation du volume de l'ensemble des éléments architecturaux a été réalisée sur la base de la restitution de la carène. Le volume de bois ainsi obtenu est de 7,17 m³. La seule essence archéologiquement attestée étant le chêne (densité moyenne : 0,8), le poids de la coque vide, sans son gréement ni son équipement, peut être estimé à 5,736 t. Le bordé, avec 1,8 t, représente près de 31 % du poids total de la coque et les membrures, avec 2,25 t, environ 39 %. La différence est donc relativement faible entre les deux ensembles. Les membrures, la charpente axiale –quille, étrave et étambot– et les baux, qui totalisent 3,122 t, correspondent quant à eux à près de 54,5 % du poids total de la coque. Avec son équipement –gréement, gouvernail, ancres...– mais sans lest, le poids de la coque prête à naviguer est évalué à 6,8 t.

Comparaison

- 32 Quelques comparaisons peuvent être établies avec d'autres coques de dimensions proches : pour le caboteur de Kyrenia, 5,074 t (Roman 1997 : 77), pour celui de Serçe Liman, 15 t (Roman 1997 : 200)¹⁶. Rappelons que dans le cas de Kyrenia, le système de construction est de principe « bordé premier » et dans celui de Serçe Liman de principe « membrure première ». Un autre exemple est fourni par le caboteur de Skuldelev 3, dont le poids de la coque estimé à 2 t quand elle est nue et à 2,45 t quand elle est prête à naviguer, sans lest (Crumlin-Pedersen, Vinner 1987 : 37). Ce poids extrêmement réduit est à mettre en relation avec le système de construction à clin de principe « bordé premier » d'un bâtiment qui se caractérise par des bordages peu épais et des

membrures faiblement échantillonnées, et disposées avec une maille importante. On constate ainsi que seul le caboteur de Kyrenia possède une coque d'un poids similaire à celui de la coque du bateau de Port Berteau II. Par ailleurs, un fait à souligner est la différence notable de poids –plus du double– entre les coques des bâtiments de Serçe Liman et de Port Berteau II. Or, comme nous l'examinerons ultérieurement, leur système architectural est de principe analogue.

4.1.2.2 Tonnage

Capacité de charge selon le volume de la cale

- 33 Cette donnée, d'une grande importance pour définir la fonction du bateau, a été évaluée à partir de la restitution des formes de la carène. Le volume disponible pour une cargaison a été strictement limité à la zone ouverte située entre les ponts avant et arrière (**fig. 109**). Il s'agit par conséquent du volume effectivement utilisable pour un fret. Pour une surface de cale au maître couple de $2,74 \text{ m}^2$, le volume de la cale hors membrure est évalué à $16,56 \text{ m}^3$. Il est bien évident que la capacité de charge équivalente à ce volume intérieur maximum de la coque varie selon la nature des cargaisons. Avec un chargement de blé en vrac (688 kg par m^3), le poids maximum de la cargaison sera de l'ordre de $11,4 \text{ t}$. Pour un fret de blé en sacs (761 kg par m^3), il sera, pour le même volume de cale, d'environ $12,6 \text{ t}$. Avec une cargaison de sel de mer (745 kg par m^3), le poids maximum de la charge sera de l'ordre de $12,3 \text{ t}$. En considérant une capacité de charge maximum de l'ordre de $12,5 \text{ t}$, le poids de la coque prête à naviguer représente 52% du port* et celui-ci plus de 65% du déplacement en charge du bateau. Ce dernier pourcentage est supérieur à ce qui est indiqué pour les bâtiments armés au commerce de l'époque moderne. Selon une formule de Vial du Clairbois fondée sur son expérience de « marin qui a pratiqué la navigation au commerce et [d'] ingénieur de marine, entre les mains de qui ont passé plus de 500 navires marchands pour le transport d'effets du Roi », le port maximum doit être égal à la moitié du déplacement (Encyclopédie méthodique marine 1783 : 253). Avec des moellons de calcaire ($1\,987 \text{ kg par m}^3$), le poids et le pourcentage seront encore plus élevés et incohérents. Le port maximum atteindra près de 33 t et le rapport entre cette capacité de charge et le déplacement sera de près de $83,5 \%$, chiffre qui est en contradiction totale avec la formule de Vial du Clairbois.

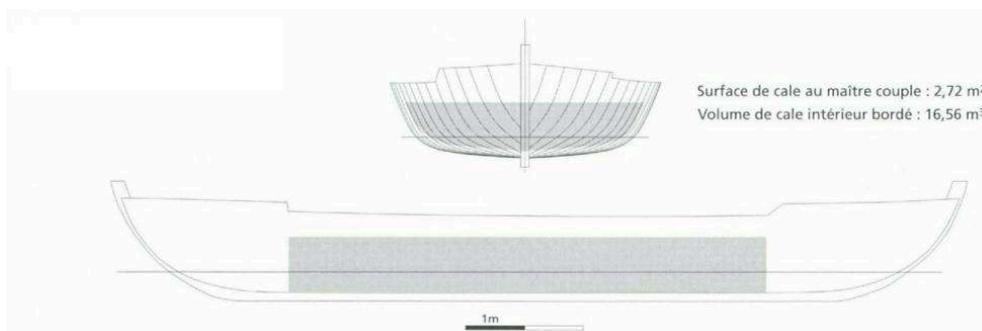


FIG. 109 – Restitution du volume utile de la cale.

● *Port en tonneaux de poids d'après l'ordonnance de 1681*

- 34 D'autres évaluations de la plus grande capacité de charge peuvent être effectuées en faisant appel notamment aux formules employées en France sous l'Ancien Régime. La formule la plus ancienne est celle de l'ordonnance de 1681 qui définit le port en tonneaux* de poids de la manière suivante : « Longueur de la perpendiculaire d'étrave à celle d'étambot multiplié par la plus grande largeur hors bordé multiplié par le creux ». Le résultat est divisé par 100 et donne le port du bâtiment.
- 35 Ainsi, pour le bateau de Port Berteau II :
 longueur de la coque = 14,29 m, soit environ 44 pieds ;
 largeur hors bordé = 4,80 m, soit près de 15 pieds ;
 creux¹⁷ = 1 m, soit environ 3 pieds. Le port sera donc de $(44 \times 15 \times 3) / 100 = 19,8$ tonneaux de poids, correspondant à 19,35 tonnes.
- 36 Cette valeur très élevée est à relativiser dans la mesure où la formule de calcul concerne une unité entièrement pontée dont la cale s'étend sur toute la longueur de la coque. Le poids de la coque du bateau de Port Berteau II prêt à naviguer représente, dans cette configuration, environ 33,5 % de son port maximum et la cargaison 67 % environ du déplacement en charge.

● *Port en tonneaux d'encombrement*

- 37 Si l'on considère le port non plus en tonneaux de poids mais en tonneaux d'encombrement ou d'arrimage, et qu'on le rapporte au volume de la cale effectivement utilisable (16,56 m³), le résultat de l'estimation est quelque peu différent. Le volume de ce tonneau, correspondant à l'encombrement théorique de 4 barriques de Bordeaux, est évalué à 42 pieds cubes, soit 1,45 m³ (Boudriot 1991 : 8). Le volume de la cale représente, dans ce cas, un port de 11,4 tonneaux d'encombrement. Si, supposant une équivalence entre tonneaux d'encombrement et tonneaux de poids, l'on ajoute à cette valeur du port (soit environ 11 tonnes) celui du poids de la coque du bateau prêt à naviguer (6,5 tonnes), on obtient un déplacement en charge de l'ordre de 17,5 tonnes. Dans cette hypothèse, le rapport entre le port et le déplacement est de l'ordre de 63 %, c'est-à-dire supérieur à celui que préconise Vial du Clairbois.
- 38 Une autre évaluation peut être faite. En effet, le chiffre de 42 pieds cubes représente une valeur théorique car 4 barriques de Bordeaux occupent un volume effectif de 56 pieds cubes, soit 1,90 m³ (Boudriot 1991 : 8). En utilisant cette valeur corrigée du tonneau, le port, rapporté au volume de la cale, est réduit à 8,7 tonneaux d'encombrement. Si l'on admet une équivalence entre le tonneau d'encombrement et le tonneau de poids, le port est égal à environ 56,5 % du déplacement en charge, pourcentage proche de celui qu'indique Vial du Clairbois.
- 39 Au regard de ces différentes évaluations, une capacité de charge maximum, comprise entre 8 et 11 t selon les conditions de mer, semble être compatible avec les caractéristiques architecturales du bateau et la règle énoncée par Vial du Clairbois. Il est bien évident que dans le contexte d'une navigation strictement fluviale, le port pourra être nettement plus élevé en raison de contraintes nautiques beaucoup plus réduites.

Comparaison

- 40 Cette estimation du port du bateau de Port Berteau II paraît faible par rapport à celle du caboteur de Kyrenia, dont la capacité de charge maximum a été évaluée à près de 23 tonnes (Roman 1997 : 77). Il est vrai que ce chiffre ne correspond nullement à la formule de Vial du Clairbois, le rapport entre le port et le déplacement en charge étant, dans ce cas, de l'ordre de 82 %. Le port du caboteur de Skuldelev 3 quant à lui a été évalué, pour un volume de cale de 12 m³, à 5 t (Crumlin-Pedersen, Vinner 1987 : 37). Le rapport entre le port et le déplacement en charge s'établit donc à environ 67 %, pourcentage encore supérieur à celui que recommande Vial du Clairbois. Il est difficile, en vérité, d'aller au-delà de ces deux cas compte tenu de la très grande dispersion et de l'hétérogénéité des données (Mc Grail 1987 : 201).

4.1.2.3 Caractéristiques techniques

- 41 À partir de la restitution des formes de la coque, du devis de poids, du port, du déplacement..., une série de calculs a été effectuée (cf. annexe 4, § 3).
- 42 Trois cas de figure ont été envisagés (**fig. 110**) :
- le déplacement est de 7,6 t en eau douce et de 7,8 t en eau de mer ; il correspond à une coque prête à naviguer avec un lest d'environ 1 t¹⁸ ;
 - le déplacement est de 17,8 t en eau douce et de 18,4 t en eau de mer ; il correspond à une coque chargée d'un fret d'environ 10,5 t¹⁹ ;
 - le déplacement est de 25,5 t en eau douce et de 26 t en eau de mer ; il correspond à une coque chargée d'environ 18 t de fret²⁰.

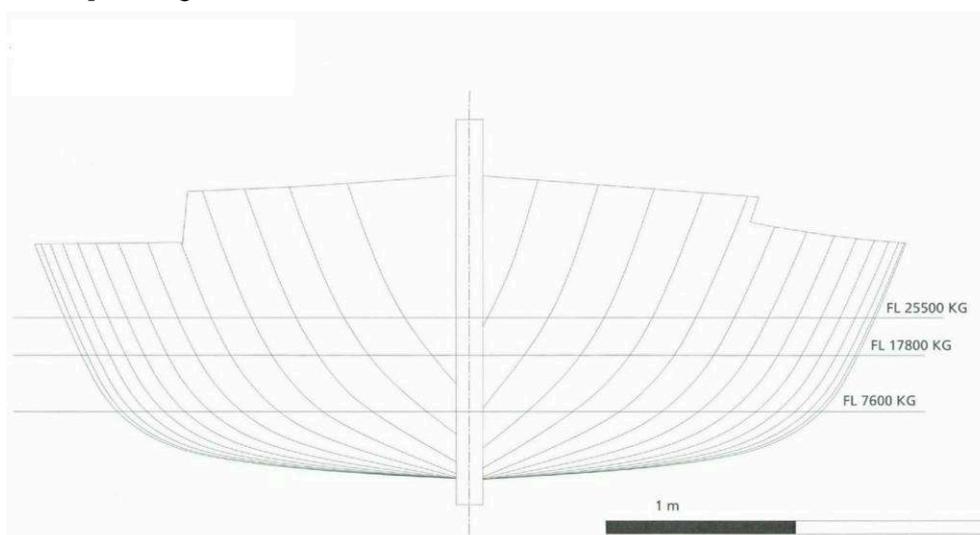


FIG. 110 – Restitution de la ligne de flottaison en fonction des déplacements en eau douce.

- 43 Compte tenu du caractère hypothétique de la restitution de la coque, il serait abusif de comparer chacune des valeurs précises obtenues avec celles associées à d'autres coques pour lesquelles le degré d'hypothèse est beaucoup plus réduit, les caboteurs de Kyrenia ou de Skuldelev 3 par exemple. Ce sont les tendances qu'il importe de considérer avant tout, et notamment celles qui se rapportent au tirant d'eau, au franc-bord et aux variations de l'enfoncement en fonction de la charge, trois aspects significatifs du programme de navigation du bateau et des caractéristiques générales de la coque.

- 44 On constate tout d'abord que le tirant d'eau se situe entre 36 cm lorsque le déplacement est minimum (le bateau est prêt à naviguer avec un lest) et 86 cm lorsqu'il est maximum (le bateau est à 18 t de charge). Ce faible tirant d'eau, lié au volume important de la carène, est une caractéristique positive dans le contexte d'une navigation à la fois côtière et fluviale. On observe ensuite que le franc-bord maximum, aux extrémités de la coque, varie entre 141 cm (bateau prêt à naviguer avec lest) et 91 cm (bateau en charge maximum). Ce franc-bord est nettement plus faible dans la partie centrale de la coque ; il se situe, selon les déplacements, entre 90 et 40 cm. Il est évident qu'avec une telle hauteur de franc-bord, la navigation maritime ne peut être envisagée que dans des conditions favorables de vent et de mer, d'autant plus que la partie centrale de la coque n'est pas pontée²¹. On remarque enfin que l'enfoncement de la coque varie faiblement selon la charge. Avec un déplacement minimum, l'enfoncement est de 1 cm pour 317 kg de charge supplémentaire. Avec un déplacement maximum, il est de 1 cm pour 409 kg de poids supplémentaire. Ce faible niveau d'enfoncement, caractéristique positive pour un bâtiment de charge, est directement lié aux formes très pleines et porteuses de la coque résultant de sa grande largeur au maître bau.
- 45 Aptitude à naviguer dans des milieux peu profonds mais protégés ; capacité importante de chargement sans modification prononcée du tirant d'eau : telles semblent être les tendances les plus marquantes de la coque du bateau de Port Bertheau IL

4.1.3 Le système de construction

- 46 La restitution des formes du bateau a été une étape préalable indispensable à la définition de ses caractéristiques architecturales considérées non plus isolément comme lors de la description des vestiges, mais inscrites à l'intérieur du système de construction formé par la coque (**fig. 111**). Méthodologiquement, deux dimensions de ce système sont à envisager (Pomey 1988) :
- le principe qui a présidé à la conception générale de la forme de la carène et de sa structure, qui est fonction de nombreux paramètres techniques, économiques, fonctionnels et culturels ;
 - les procédés ou les méthodes qui sont utilisés pour la réalisation de la coque.

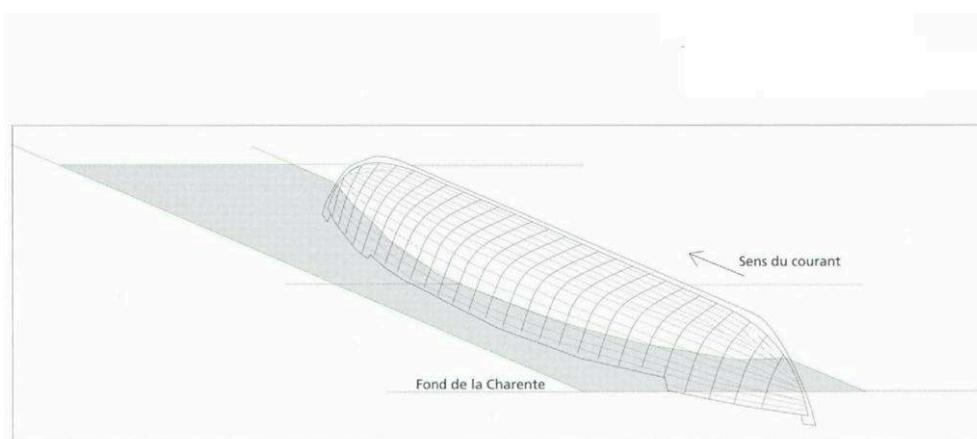


FIG. 111 – Restitution de la carène dans la position de sa découverte.

- 47 Il est bien certain cependant que cette distinction n'est que méthodologique, qu'elle est destinée avant tout à clarifier l'analyse, et que pour un constructeur le système de construction du bateau qu'il doit réaliser forme un tout.

4.1.3.1 Le principe

- 48 Avant toute chose, il importe de rappeler que la restitution de l'épave de Port Berteau II est à considérer comme un modèle architectural qui la rattache à une famille de formes. Elle nous a conduit à reconnaître que la coque était construite sur une quille droite. La quille, cette pièce majeure de la charpente axiale, longue de 10,30 m, est un élément fondamental car elle oriente l'analyse vers une construction de principe « bordé premier » ou « membrure première », et non vers une construction sur sole.
- 49 Rappelons les trois caractéristiques mises en évidence par l'étude de l'épave. En premier lieu, le bordé à franc-bord est constitué de bordages, indépendants les uns des autres, qui ne présentent sur leurs faces interne et externe aucune trace d'un assemblage provisoire au moyen de taquets. En second lieu, les joints entre les bordages sont calfatés –en force ou non– à partir de l'extérieur de la coque, à l'aide d'un cordon d'étope végétale enduit de graisse ou de goudron. En troisième lieu, les bordages sont assemblés aux membrures par des gournables chassées depuis la face externe du bordé et, au niveau de l'étrave et de l'étambot, par des clous enfoncés depuis l'extérieur de la coque. Il a été souligné qu'une restitution était indispensable pour que ces caractéristiques soient attribuées à l'ensemble de la coque. Elle nous permet à présent de dépasser cette limite.
- 50 En effet, si les vestiges conservés ne concernent que 10 % environ de la totalité de la structure restituée, ils représentent près des deux tiers de sa partie arrière, à proximité de l'étambot. Or, la fermeture du bordé est une opération particulièrement sensible. Il paraît difficile en particulier d'envisager le ployage avec un arc de courbure marqué et le clouage sur l'étambot de bordages à franc-bord totalement indépendants les uns des autres sans le support d'une charpente transversale interne, provisoire ou définitive. Dans ces conditions, et tenant compte de la restitution de ses formes, il semblerait cohérent de rattacher la coque du bateau à un principe de construction « membrure première » dans lequel une partie –ou la totalité– des membrures occuperait une fonction active (Basch 1972 : 39)²² (fig. 112). Toutefois, ce principe de construction « membrure première », dans sa dimension de structure tout au moins, paraîtrait devoir être relativisé. En effet, les cinq baux traversants (TRV3, TRV4, TRV5, TRV6 et TRV7) simplement encastrés dans le bordé, sans le support interne d'une bauquière, ni le renfort d'une courbe d'assemblage au bordé et aux membrures, sembleraient également participer, dans le plan transversal de la coque, au renfort, à la cohésion et à la rigidité de la structure d'ensemble de la coque. Rappelons que les membrures et les baux représentent près de 46 % du poids total de la coque. En outre, les cinq baux traversants sont structurellement associés à trois virures de section demi-circulaire (VR2, VR4 et VR5) formant préceintes. Ce croisement entre les cinq baux et les trois préceintes semblerait aboutir à la réalisation d'une sorte de structure en caisson (cf. § 3.3.3.5) qui, tout en intervenant dans le système de construction, ne remettrait pas en question cependant le rattachement de la coque de Port Berteau II à une construction de principe « membrure première ».

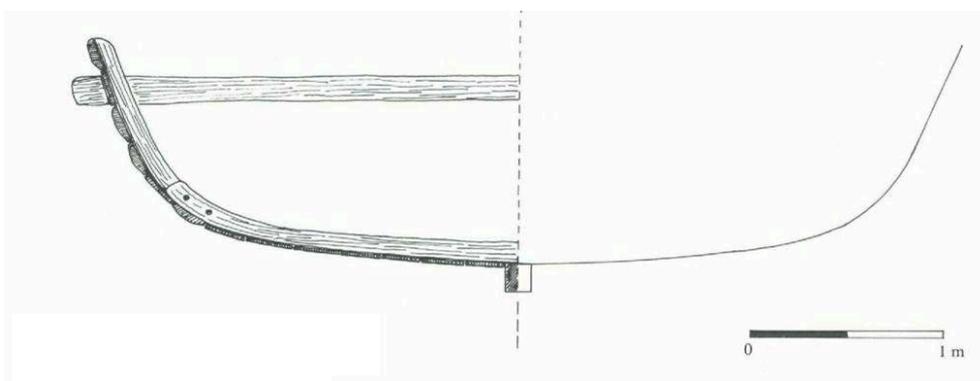


FIG. 112 – Restitution de la structure de la coque (quille, membrure, bordé, bau) au niveau du maître couple.

- 51 Dans cette perspective, il paraîtrait logique de considérer que, du point de vue de la conception des formes, les membrures occupent également une position déterminante. Selon la définition de J.R. Steffy, «... *the initial shaping members were frames set transversely on the keel; thus the hull was shaped by a series of transverse guides* » (« les premières pièces mises en forme étaient les membrures disposées transversalement sur la quille ; ainsi la forme de la coque était-elle définie par une série de guides transversaux », Steffy 1995 : 419). Cette conception « transversale » du volume de la carène prenant appui « sur une série de guides transversaux », par opposition à la vision « longitudinale » propre au système de construction « bordé premier », –chacune relevant d’après la très juste expression de J.R. Steffy d’une « *structural philosophy* » particulière– signifie que les formes sont pensées, lors de l’élaboration du projet architectural, par rapport à la figure de la maîtresse section et à celle des autres sections transversales. Il serait envisageable, sans guère de difficultés, de reconstituer géométriquement le tracé du maître couple qui en est la référence de base²³. Il serait possible, de même, de restituer différents procédés de prédétermination du tracé des membrures situées entre deux couples de balancement²⁴. Il a semblé, toutefois, que cet exercice serait quelque peu abusif au regard du peu de données archéologiques conservées.

4.1.3.2 Les procédés

Bases de l’analyse

- 52 Pour procéder à l’analyse des procédés de construction, trois paramètres sont à considérer : le premier repose sur une hypothèse, c’est le principe de construction « membrure première » auquel obéirait le bâtiment ; le deuxième repose sur une autre hypothèse, c’est la forme de la carène ; le troisième regroupe tout ce que l’on a pu observer sur le site concernant la morphologie des pièces de la charpente transversale, membrures et baux traversants notamment, leur assemblage, la nature et le sens des liaisons, la composition du bordé, etc. Ainsi accordera-t-on une attention particulière : à l’absence d’équerrage des membrures des extrémités avant et arrière, et à leur dévoiement ; aux virures de section demi-circulaire VRG2 et VRG7, qui ne sont pratiquement pas brochetées et dont la position dans la coque restituée correspond à la plus grande largeur pour VRG2 et au centre de l’arc du bouchain pour VRG7 (**fig. 113**) ; à l’encastrement dans le bordé des baux traversants TRV3, TRV4, TRV5, TRV6 et TRV7, qui ne peut se faire qu’une fois la virure VRG3 mise en place et assemblée aux

membrures, et avant la pose de la virure VRG2. Aux éléments observés s'ajoutent les éléments restitués : les sections transversales tout d'abord, qui se scindent en deux groupes, l'un associé au centre de la coque, l'autre aux deux extrémités ; le plan horizontal ensuite, qui correspond aux lignes d'eau dont les extrémités avant et arrière aboutissent sur l'étrave et l'étambot en formant une longue courbe.

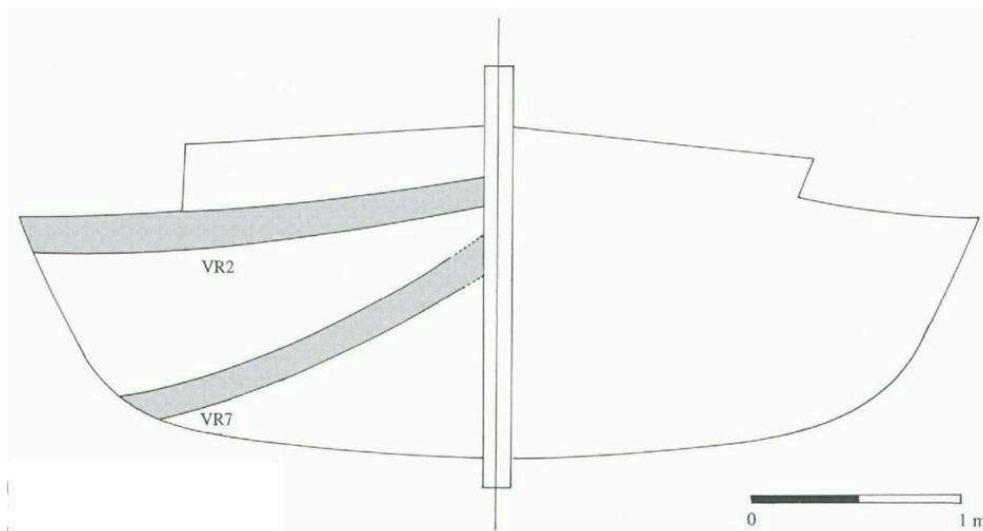


FIG. 113 – Restitution de la carène avec la position des virures VRG2 et VRG7.

Hypothèse

- 53 Au regard de ces données, une hypothèse de restitution des procédés de construction, limitée aux étapes principales, peut être proposée.
- 54 Étape 1. Mise en place sur la charpente axiale (quille, étrave et étambot) de la maîtresse section.
- Étape 2. Établissement de deux membrures dérivées du maître couple vers les extrémités avant et arrière de la quille. Étape 3. Pose de deux lisses correspondant à l'emplacement des virures VRG2 et VRG7. Par sa position, la lisse haute est tout à fait assimilable à la lisse du fort* et la lisse basse à la lisse de fond* passant par l'extrémité des varangues. L'appui de ces lisses sur les deux membrures situées près de l'extrémité de la quille paraît être en conformité avec le tracé des lignes d'eau. En effet, le ployage des deux lisses uniquement sur le maître couple se traduirait vers les extrémités par des lignes prenant plus l'aspect de droites que de courbes.
- Étape 4. Détermination de la forme des membrures comprises entre les deux membrures des extrémités à partir des lisses de fond et du fort.
- Étape 5. Mise en place de ces membrures sur la quille.
- Étape 6. Pose et assemblage du bordé aux membrures jusqu'au niveau de la virure VR3 après démontage des lisses. Il est vraisemblable que les virures de diminution ont été établies dans un second temps.
- Étape 7. Encastrement des baux traversants TRV3, TRV4, TRV5, TRV6 et TRV7 dans la virure VR3, puis mise en place des virures VR2 et VR1.
- Étape 8. Encastrement de la pièce TRV10 dans la virure VR1, puis pose de la virure VRO.
- Étape 9. Détermination de la forme des membrures des extrémités à partir du bordé et mise en place de ces membrures dévoyées.

4.1.4 Reconstitution du gréement

- 55 Si le plan des formes a été restitué à partir de données archéologiques, certes partielles mais en nombre suffisant pour permettre de contrôler chaque étape de l'hypothèse, il n'en est pas de même pour le gréement. Les vestiges en sont limités à un bau traversant (TRV5) et à un taquet (SER1) disposé en avant du pont arrière. C'est donc le terme de *reconstitution*, et non celui de *restitution*, qui paraît le plus adapté à son étude²⁵.

4.1.4.1 Le bau de mât

- 56 Le bau traversant TRV5 se trouve dans la partie non pontée de la moitié avant de la coque. Sa première fonction est à l'évidence d'ordre mécanique, en ce qu'il participe à la rigidité et au renfort de la structure architecturale. Cependant, sa position isolée, à la différence des autres baux traversants qui sont disposés par couples, permet d'envisager une deuxième fonction²⁶. Comme le souligne S. Mc Grail, « *In cargo vessels higher beams may only be found at the ends of the boat with one beam for the mast in an other-wise clear central area* » (« Dans les navires marchands, les baux les plus hauts sont localisés uniquement aux extrémités de la coque tandis que le bau de mât se trouve situé dans la partie centrale entièrement libre », Mc Grail 1987 : 142). C'est en rapport avec cette définition que le bau TRV5 semble pouvoir être identifié comme un bau de mât. Conservé sur une longueur totale de 2,12 m seulement, il est tout à fait similaire, morphologiquement, aux autres baux traversants. Sa seule particularité est d'être constitué de deux éléments assemblés par un écart en sifflet. Cette solution a sans doute été imposée par l'absence d'une poutre de bois suffisamment longue pour relier les deux flancs de la coque à proximité de sa plus grande largeur. Elle tend cependant à affaiblir quelque peu la résistance de la pièce de charpente, qui est soumise à de fortes contraintes. Il est possible toutefois que des éléments non préservés soient venus la renforcer au point d'appui du mât. Dans l'hypothèse de l'assimilation du bau TRV5 à un bau de mât, sa position serait légèrement décalée vers l'avant par rapport au milieu de la coque (d'environ 1,25 m par rapport au milieu de la quille et 0,80 m par rapport au milieu de la longueur hors tout).

4.1.4.2 La voilure

Forme de la voile

- 57 La première interrogation concerne le type de voile susceptible d'être associé à ce bateau. La réponse est difficile dans la mesure où les sources contemporaines sont pratiquement inexistantes, à moins que l'on ne fasse appel à des documents provenant d'autres contextes géo-historiques comme, par exemple, les monnaies carolingiennes frappées à Dorestad, qui représentent des gréements à voile carrée unique. Cependant, les bâtiments figurés sur ces monnaies relèvent de systèmes de construction – architecture à clin de tradition Scandinave, architecture à fond plat de type « protocogue » – très différents de celui propre au bateau de Port Berteau II²⁷.
- 58 Au regard de la position du bau TRV5, qui indique l'emplacement du mât, il a semblé que, techniquement, la voile carrée était l'hypothèse la plus cohérente. Disposé en appui contre la face arrière du bau, le mât est en effet placé légèrement en avant de la maîtresse section, à environ 0,75 m de cette dernière²⁸. Cette position, bien que relativement équilibrée, ne correspond pas strictement aux recommandations, il est

vrai chronologiquement très postérieures et également théoriques, d'un spécialiste du gréement tel P.-A.-L. Forfait. Celui-ci indique que, selon les normes de la fin du XVIII^e s., le mât d'un bâtiment équipé d'une seule voile carrée doit se trouver idéalement soit au milieu, soit à deux pieds au maximum de l'arrière du milieu de la longueur (Forfait 1788 : 19, 293). Toutefois, à l'inverse de la règle de Forfait, les sources archéologiques montrent par exemple que les cogues médiévales grées d'une voile carrée unique possèdent une emplanture* située à une distance plus ou moins importante de l'avant du milieu de la longueur (Hulst 1985 : 25 ; Crumlin-Pedersen 1979 : 32). C'est ainsi que, si dans le cas de l'épave de la cogue de Vejby (Danemark), datée du milieu du XIV^e s., l'emplanture du mât est localisée à environ 1 m en avant du milieu de la quille, elle est située à près de 3,80 m en avant du centre de la quille dans le cas de l'épave de la cogue de Kollerup (Danemark), datée du XIII^e s. Ce même emplacement très avancé du mât se retrouve également dans le caboteur antique de Kyrenia. Deux raisons peuvent probablement expliquer cette différence de position selon les sources considérées. D'une part, les données d'un traité tel celui de Forfait présentent un caractère théorique et généraliste alors que celles fournies par les épaves traduisent une réalité particulière à un bâtiment déterminé. D'autre part, l'architecture navale de la fin du XVIII^e s. est très différente de celle du Moyen Âge ou du haut Moyen Âge.

Dimensions de la voile

- 59 La seconde interrogation porte sur les dimensions du mât et de la voile. De ce point de vue également, les sources du haut Moyen Âge sont inexistantes. Le recours aux indications du traité de Forfait, seul document fournissant des informations précises pour un bâtiment gréé d'une seule voile carrée (Forfait 1788 : 39)²⁹, aboutit à la reconstitution suivante : – envergure de la voile : entre 6,65 m et 8,75 m selon les coefficients ;
– hauteur de la chute : entre 10,40 m et 11,80 m selon les coefficients ;
– surface de la voile : entre 69 et 103,25 m².
- 60 Le rapport de la surface de voilure à celle du parallélogramme circonscrit au plan de flottaison³⁰ est de 1.42 si ladite surface de voilure est de 69 m² ; il passe à 2.13 si la surface de voilure est de 103,25 m². Or, si le premier coefficient s'inscrit dans les limites indiquées par Forfait (1.636 et 1.437), le second est en revanche nettement supérieur et correspond à un bâtiment « surtoilé ». Qui plus est, il importe de souligner que les coefficients mentionnés par Forfait s'appliquent à des bâtiments de mer dont le creux est beaucoup plus élevé que celui que nous avons restitué pour le bateau de Port Berteau II. Dans ces conditions, la surface de la voilure semblerait devoir être réduite à moins de 69 m² pour concorder avec la valeur du creux du bateau. L'hypothèse la plus cohérente est donc la suivante (**fig. 114**) :
– envergure de la voile : 6,80 m ;
– hauteur de la chute : 7,70 m ;
– surface de la voile : environ 53 m².³¹

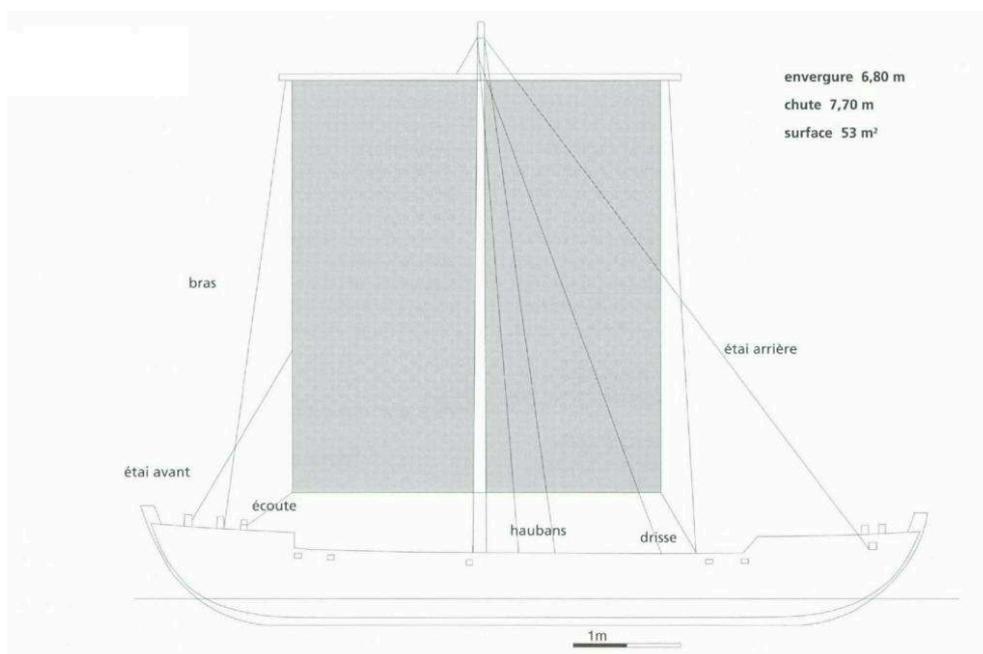


FIG. 114 – Reconstitution du gréement.

- 61 Le rapport de la surface de la voilure à celle du parallélogramme circonscrit au plan de flottaison est de 1.08, valeur faible mais qui paraît mieux concorder avec les caractéristiques architecturales du bateau, son creux tout particulièrement. À cet égard, on peut noter que la réplique du caboteur de Kyrenia (Kyrenia II 1987), un bâtiment comparable dans ses dimensions à celui de Port Berteau II mais appartenant à une famille de formes très différente, a été équipée d'une voile carrée de 66 m², surface qui a semblé, au terme d'essais à la mer, « sousvoiler » la coque.

Gréement

- 62 Une hypothèse de reconstitution minimum du gréement dormant et courant a été établie. Deux haubans* ont été disposés sur l'arrière du mât. En l'absence de tout indice archéologique de points d'amarrage à l'extérieur de la coque, leur extrémité inférieure a été localisée à l'intérieur du bordé, un taquet, analogue au taquet SER1 pouvant servir à les amarrer. Un étaï avant fixé sur la pièce EXB3 et un double étaï arrière³² amarré aux fortes gournables qui se trouvent aux extrémités de la pièce TRV10 ont été restitués. Une drisse*, pouvant servir de hauban mobile, a été établie, son extrémité inférieure pouvant être tournée, selon les allures, à tribord autour du taquet SER1 ou à bâbord autour d'un taquet similaire à SER1. Bras* et écoutes* viennent compléter cet ensemble.

4.1.5 Système de direction

- 63 Si l'identification de la pièce TRV10 comme support d'un ou de deux gouvernails latéraux apparaît comme l'interprétation la plus vraisemblable (cf. § 3.3.6), la reconstitution du système de direction, en revanche, soulève de multiples interrogations auxquelles il n'a pas été possible de répondre. D'une part, les données archéologiques sont extrêmement réduites. D'autre part, et à la différence du cas de la voilure, leur analyse conduit à la formulation de différentes hypothèses que seule

l'expérimentation permettrait, en réalité, de contrôler. En effet, un gouvernail est un élément mobile soumis à de multiples contraintes liées à l'état de la mer, à la force du vent, à l'allure sous voile, à l'angle de gîte, au type d'assemblage du gouvernail à son support... À ces inconnues la reconstitution graphique n'apporte pas de réponses suffisantes. C'est donc sous la forme d'interrogations que l'étude a été conduite.

- 64 Les traces d'usures prononcées sur TRV10, très probablement laissées par un cordage serré autour de la pièce, sont situées à 30 cm environ du bordé rive gauche –c'est-à-dire du flanc tribord. Il est vraisemblable que la mèche du gouvernail, prenant appui sur la face arrière du support, était maintenue au moyen d'un cordage. Aucune marque de cette sorte n'a été identifiée par contre sur la branche bâbord de la pièce TRV10. La première question concerne par conséquent l'existence d'un seul gouvernail latéral à tribord ou de deux gouvernails latéraux.
- 65 Le seul point de support du ou de ces gouvernails latéraux est la pièce TRV10. Or, la comparaison ethnographique, iconographique ou expérimentale³³ met en évidence, avec des dispositifs très variés –supports transversaux superposés, supports transversaux juxtaposés..., l'assemblage du gouvernail en deux points. Ces deux niveaux de fixation paraissent nécessaires pour que le gouvernail latéral fonctionne par rotation de la mèche. Avec un seul point d'amarrage, le gouvernail s'apparente plus à un aviron de gouverne, actif par déplacements dans le plan latéral et vertical, qu'à un strict gouvernail latéral fonctionnant par seule rotation. De tels avirons de gouverne, très fréquemment attestés en navigation intérieure³⁴, présentent au demeurant de nombreux avantages dont celui de s'adapter à la profondeur d'eau souvent variable de la rivière. Mais lorsqu'on navigue à la voile sur mer, et en particulier sur une mer agitée, la maîtrise d'un aviron de gouverne paraît bien difficile et suppose, de la part de l'homme de barre, des efforts très importants. La seconde question se rapporte donc au type de dispositif : gouvernail latéral ou aviron de gouverne ?

4.1.6 Conclusion

- 66 Avec cette interrogation s'achève l'analyse de l'épave, envisagée d'un point de vue technique avant tout. À partir des vestiges du bateau de Port Bertheau II, révélateurs de techniques de construction maritime, a été restitué un bâtiment construit sur quille selon un système architectural de type « membrure première ». Sa carène se rattache à une famille de formes caractérisée par un maître couple à varangue plate, des flancs ouverts, un creux réduit, des extrémités en pointe, des volumes avant et arrière équilibrés, un faible tirant d'eau. Cette coque, longue de 14,29 m, large de 4,80 m au maître bau, profonde de 1,20 m à la maîtresse section, est compatible avec une navigation fluviale et côtière en zone protégée. Avec une capacité de charge d'une dizaine de tonnes, le bateau, gréé d'une voile carrée d'un peu plus de 50 m², semble bien adapté au cabotage fluvio-maritime. Cette restitution, tout en demeurant une hypothèse, offre la possibilité d'élargir le champ de l'interprétation historique au littoral ponantais et au bassin de la Charente.

4.2 Un caboteur ponantais

4.2.1 Sa place dans l'histoire de l'architecture navale atlantique

- 67 Si l'on admet l'hypothèse d'une construction de type « membrure première » pour le caboteur de Port Berteau II, la première question qui se pose est celle de sa position dans la chronologie de la construction à franc-bord « membrure première ». À cet égard, on peut remarquer tout d'abord que la datation de l'épave – tout début du VII^e s. – correspond en Méditerranée aux premières attestations archéologiques de ce système architectural. A l'exemple désormais classique du caboteur de Saint-Gervais II, trouvé dans le golfe de Fos et daté du début du VII^e s. (Jézégou 1985a ; 1985b), s'ajoute désormais celui de Tantura Lagoon A, en Israël, dont la datation semblerait devoir être comprise entre l'extrême fin du V^e et le début du VI^e s. (Kahanov, Breitstein 1995a ; 1995b)³⁵. Par ailleurs, les sources écrites³⁶ tendent également à faire émerger les premiers signes d'une construction « membrure première » en Méditerranée au cours du VI^e s. (Basch 1985). Il est évident que le contexte historique méditerranéen, en cette période de profonds changements économiques, politiques et socioculturels, ne peut être comparé à celui de l'espace du Ponant. Il est tout aussi clair que dans l'état actuel d'avancement de la réflexion, tout rapprochement avec ces témoignages d'un système architectural en apparence de même nature est à écarter. Néanmoins, les convergences chronologiques méritent d'être soulignées.
- 68 Dans le cadre atlantique, le rattachement à la chronologie se pose en des termes très différents. Les deux seules épaves de caboteurs antiques connues, celles de Blackfriars 1 datée de la seconde moitié du I^{er} s. ap. J.-C. (Marsden 1994) et de Guernesey datée de la fin du III^e s. ap. J.-C. (Rule, Monaghan 1993), appartiennent à un système de construction sur sole dans lequel, selon la définition de B. Arnold, « le fond plat constitue un tout servant de référence à la construction [...] toute la conception de l'embarcation est basée sur la sole, qui définit à la fois la forme et la grandeur du bateau, les flancs demeurant un élément secondaire » (Arnold 1998 : 76). Récemment, une nouvelle interprétation du système de construction de ces deux épaves, auxquelles s'ajoute celle de Barland's Farm (Pays de Galles) datée du III^e s. ap. J.-C., a été proposée par S. Mc Grail (Mc Grail 1997b). Qualifiant ce système de « *early frame-based methods* » (« proto-membrure-première »), il considère que « *the builders of these vessels are the first boatwrights and shipwrights known to us who seem to have visualized their vessels in terms of the framing, rather than in terms of the planking* » (« les constructeurs de ces bâtiments sont les premiers charpentiers de marine connus qui semblent avoir conçu les formes de la coque en terme de membrures plutôt qu'en terme de bordé ») (Mc Grail 1997b : 78-79). En dépit de son intérêt cette interprétation, qui aboutit à définir une construction de type « proto-membrure-première », ne semble pas répondre aux caractéristiques de ces caboteurs, tout particulièrement ceux de Blackfriars 1 et Guernesey. Pour ces derniers, même si la pose de certaines varangues intervient peu de temps après la mise en place des principales virures du fond, la conception générale du bâtiment ne repose pas sur cette « vision transversale » de la coque telle qu'elle est définie par J.R Steffy et à laquelle semble pouvoir se rattacher le bateau de Port Berteau II. D'un point de vue structurel, toutefois, les caboteurs de Blackfriars 1 et de Guernesey sont dotés d'une charpente transversale qui occupe, comme dans le cas de l'épave de Port Berteau II, une position centrale au sein de la structure de la coque.

- 69 Pour le Moyen Âge, la seule épave associée à l'espace ponantais est celle de l'Aber Wrac'h, datée de la première moitié du xv^e s. (L'Hour, Veyrat 1989 ; 1994) et localisée en Bretagne du nord. Si l'origine de ce bâtiment demeure inconnue, son architecture à clin, en revanche, s'intègre dans une tradition qui paraît bien inscrite dans les pratiques des chantiers navals ponantais à cette époque, et en particulier dans ceux des duchés de Normandie et d'Aquitaine (Rieth 1985). En Aquitaine notamment, tous les documents étudiés par J. Bernard semblent indiquer que, jusque dans les derniers temps du xv^e s., les techniques employées dans les chantiers navals font appel à la construction à clin, d'inspiration probablement anglaise (Bernard 1968). À propos des clous qui caractérisent visuellement une coque, J. Bernard souligne ainsi qu'« au premier plan figurait le *clench*, *clenchnaille*, le clou par excellence du bordage auquel il a laissé son nom »³⁷ (Bernard 1968 : 283). Ce n'est qu'à la fin du xv^e s. que cette domination écrasante de l'architecture à clin s'achève et qu'apparaissent les premiers indices de la construction à carvel³⁸. Selon J. Bernard, la première mention de ce système architectural de type à franc-bord « membrure première » remonte à 1482 et concerne le marché passé entre un marchand d'Oléron et un charpentier bordelais pour « *la feysson d'une carvelle appellada La Maria-du-Chateau d'Illlayron* » (Bernard 1968 : 208). Rapidement, la construction à carvel va se développer dans la région au détriment de la construction à clin qui demeurera cependant pratiquée, mais d'une façon secondaire, au cours du xvi^e s.
- 70 S'il est hors de propos d'analyser en détail ce phénomène majeur de l'histoire de la construction navale médiévale atlantique, il importe d'en rappeler trois aspects importants. En premier lieu, le développement de la construction à carvel apparaît, à travers les sources écrites, comme un phénomène général qui semble s'étendre le long du littoral du Ponant, de l'Aquitaine à la Normandie, au cours des dernières décennies du xv^e s. En deuxième lieu, cette mutation architecturale paraît s'inscrire dans un temps relativement court. En Bretagne par exemple, aucune *carvelle* n'est citée dans les comptes portuaires avant 1458. Mais entre mars et juin 1461, sur douze unités enregistrées au port de Lannion, dix sont considérées comme des *carvelles* bretonnes (Touchard 1967 : 316). En troisième lieu, les processus de cette modification profonde du paysage architectural maritime restent, pour l'instant, difficilement saisissables. Quels sont les facteurs d'ordre technique et/ou économique qui pourraient avoir favorisé ces changements ? S'agit-il d'un phénomène d'origine endogène ou exogène ? La relative rapidité, au regard des sources tout au moins, de cette mutation des pratiques ne pourrait-elle témoigner d'un problème d'ordre sémantique et masquer une évolution lente et plus diversifiée ? Autant de questions qui restent sans réponse.
- 71 Le caboteur de Port Bertheau II est la seule attestation d'une construction sur quille de type « membrure première » datée du tout début du vii^e s. Dans ce contexte, la première dimension à prendre en compte est celle de son origine. Si le lieu précis de construction du bâtiment n'est pas connu, il semblerait devoir se situer entre la Gironde et la Loire, et beaucoup plus probablement entre la Seudre au sud et la Sèvre-Niortaise au nord. Protégée par les îles d'Oléron et de Ré, cette partie du littoral, en relation avec les bassins de la Seudre, de la Charente et de la Sèvre-Niortaise, paraît particulièrement bien adaptée aux caractéristiques architecturales de notre caboteur. En outre, cette zone semblerait répondre au faciès environnemental restitué par les pollens piégés dans le calfatage de la coque, même si le lieu de son dernier calfatage –

cette opération était renouvelée fréquemment- ne se confond pas nécessairement avec celui de sa construction.

- 72 La seconde dimension à considérer est d'ordre technique. La construction d'une coque comme celle de Port Berteau II ne semble pouvoir se situer que dans un chantier naval, aussi modeste soit-il, doté d'une certaine organisation et faisant appel à des charpentiers qualifiés. Deux données sont particulièrement significatives d'une organisation du chantier en fonction d'un projet architectural : d'une part, les approvisionnements en bois de chêne proviennent pour l'essentiel d'un lot homogène d'arbres issus d'une même coupe ; d'autre part, des clous de catégories particulières -à tête triangulaire, à tête en bouton, à tête plate- sont sélectionnés pour certains en fonction des assemblages à réaliser sur des pièces de charpente déterminées. Par ailleurs, les formes équilibrées de la carène comme la régularité d'implantation des baux traversants ou la disposition pratiquement symétrique des ponts avant et arrière sont d'autres signes révélateurs d'un projet architectural précis. Le plan du bordé, avec les bordages de diminution placés vers les extrémités de la coque, la position des virures de référence VR2 et VR7 assimilables aux lisses de fond et du fort, dénotent une évidente maîtrise technique. Dans ces conditions, la construction du bateau de Port Berteau II ne semble pouvoir se comprendre qu'en rapport avec un chantier employant une main d'œuvre dont l'expérience s'inscrit dans un passé plus ou moins lointain. Sans employer l'expression, qui serait ici abusive, de *tradition architecturale*, il est raisonnable d'envisager que d'autres unités, appartenant à une famille architecturale analogue, ont dû être réalisées auparavant.
- 73 Dès lors, la principale question qui se pose est celle de la position de ce « foyer » de construction à franc-bord « membrure première », antérieur de huit siècles aux premières attestations dans les sources écrites ponantaises, et plus particulièrement dans celles, géographiquement proches, de l'espace aquitain. Deux hypothèses paraissent envisageables. La première serait de lui accorder une durée d'existence limitée. Pour des raisons qu'il resterait à expliquer, ce « foyer » se serait éteint sans laisser nulle trace dans les documents. La seconde hypothèse consisterait à l'envisager comme un isolat d'architecture vernaculaire qui se serait maintenu, mais sans mémoire documentaire. Une hypothèse similaire a été avancée à propos d'un autre sujet d'histoire des techniques nautiques : celui de la disparition dans les sources iconographiques et écrites de la voile carrée en Méditerranée à la fin de l'Antiquité, de son remplacement par la voile latine puis de sa nouvelle attestation à partir du début du XIV^e s., corrélativement au maintien de l'usage du gréement latin. Selon les conclusions d'une étude de S. Bellabarba (Bellabarba 1988 : 235), cette « disparition » pourrait n'être en réalité que d'ordre documentaire, la voile carrée ayant pu se maintenir en Méditerranée au cours du Moyen Âge, limitée toutefois aux voies fluviales, à des secteurs maritimes isolés ou à de petits bâtiments côtiers. Sans doute la découverte d'autres épaves du même type que celle de Port Berteau II pourrait-elle permettre de confirmer ou d'infirmer l'une ou l'autre de ces hypothèses. Malgré les difficultés d'interprétation historique de son système de construction, il est certain, en tout cas, que cette épave doit désormais être prise en compte dans l'analyse du problème de l'architecture à carvel au Ponant.

4.2.2 Sa place dans l'histoire de l'architecture navale de la Charente

- 74 Les recherches d'archéologie subaquatique conduites depuis 1971 dans le bassin de la Charente permettent d'esquisser son paysage architectural entre le VI^e et le XIII^e s.

L'architecture monoxyle

- 75 Trois systèmes sont attestés. Le premier, le plus représenté archéologiquement, est celui de l'architecture monoxyle³⁹. Entre Port-d'Envaux, en aval de Saintes, et Dompierre-sur-Charente, en amont, huit embarcations de ce type ont été découvertes⁴⁰. Leur datation⁴¹ est comprise entre les années 585-785 (position calibrée) pour la pirogue de Port-d'Envaux et les années 1160-1295 (position calibrée) pour la pirogue de Dompierre-sur-Charente I. Leurs dimensions et leur morphologie sont variées. Leur capacité de charge, également différente (Chapelet, Rieth 1995 : 84- 93 ; Grandjean, Rieth 1990 ; 1992), est particulièrement révélatrice de leur fonction : entre 220 kg pour la pirogue de Port-d'Envaux et 3,9 t pour celle de Port Berteau I. Elle pourrait convenir à une activité de pêche ou au transport d'une cargaison réduite pour l'embarcation de Port-d'Envaux, et à une activité de pêche impliquant plusieurs individus, ou à une activité de transport -fret lourd ou groupe de personnes- pour celle de Port Berteau I. Si le contexte de construction et le cadre d'utilisation des deux pirogues paraissent différents -le façonnage de la coque comme la manœuvre de celle de Port Berteau I impliquent la mise en œuvre de moyens humains collectifs-, leur milieu de navigation en revanche est le même. Dans les deux cas, il s'agit d'une navigation fluviale de proximité, soit dans la partie strictement fluviale d'amont, soit dans la partie fluvio-maritime d'aval soumise aux effets alternatifs du courant de la marée.

L'architecture monoxyle assemblée

- 76 Le second système architectural attesté dans le bassin de la Charente est de type Zmonoxyle-assemblé. Il est représenté exclusivement par l'épave d'Orlac, embarcation pour la construction de laquelle ont été employés des chênes abattus entre les années 1021-1042 (Chapelot, Rieth 1995). Cette épave est celle d'un grand chaland à fond plat, de 15,50 m de long et 2,10 m de large. Le faible creux (42 cm) et le recours probable pour sa propulsion à la perche et éventuellement au halage, limitent l'espace de navigation du bateau à la partie amont du fleuve, la moins profonde. La coque se compose de quatre éléments principaux, dont deux bordages monoxyles de transition (Arnold 1998 : 75)⁴² s'étendant sur toute la longueur du chaland, assemblés entre eux selon trois techniques différentes. Ce système architectural fait appel à la fois aux procédés purement monoxyles, les pièces de charpente étant obtenues par seul évidement de la matière brute, et à ceux de la construction assemblée, les éléments étant reliés entre eux et fixés par des gournables. Si l'influence de la technique monoxyle reste importante -les quatre éléments majeurs de la coque représentent à eux seuls près de 90 % de la structure-, la conception et la réalisation relèvent par contre d'un système architectural particulier. Deux autres caractéristiques distinguent le chaland d'Orlac des pirogues monoxyles. D'une part, la qualité des chênes employés pour sa construction, leur transport jusqu'au site du chantier, la main-d'œuvre nécessaire pour le déplacement des pièces, leur façonnage et leur assemblage, supposent un investissement que, dans le contexte régional du XI^e s., seul un seigneur

laïque ou ecclésiastique semble avoir été susceptible d'assurer (Chapelot, Rieth 1995 : 149-150). D'autre part, la capacité maximale de charge de l'embarcation a été évaluée à 8,2 t pour un poids à vide de 4 t. Ce rapport d'un sur deux ne peut se comprendre que dans la perspective où le chaland a été conçu et construit pour effectuer le transport de cargaisons importantes à un rythme relativement régulier. Et ceci encore ne paraît explicable qu'en relation avec une grande seigneurie.

L'architecture « membrure première » du caboteur de Port Bertheau II

- 77 Le troisième système architectural attesté dans le bassin de la Charente est celui du caboteur fluvio-maritime de Port Bertheau II. Sa structure intégralement assemblée de type « membrure première », est fondamentalement différente, tant au niveau de la conception que de la construction, de celle des embarcations monoxyles et monoxyles assemblées que l'on rencontre dans la région. S'il paraît superflu d'y revenir, il est important en revanche de souligner deux aspects techniques et économiques. Le premier concerne l'espace de navigation du caboteur, qui est double : le littoral d'une part, et la partie fluvio-maritime de la Charente d'autre part, soumise aux effets du courant alternatif de la marée et fréquentée également par les embarcations monoxyles. Le second se rapporte à l'investissement en matériaux et en main d'œuvre spécialisée qu'implique une telle construction. Si le volume de bois de chêne ouvrage a été évalué à 7,17 m³, il paraît impossible d'estimer le volume de bois brut nécessaire à la réalisation des pièces de charpente. En effet, les coefficients de perte traditionnellement admis pour des bois sciés –de l'ordre de 22 % pour les bois tors et de 12,5 % pour les bois droits (Boudriot 1991 : 23)– ne sont pas applicables à ce bâtiment dont les bordages ont été obtenus par fendage et les membrures par réduction du volume initial à la hache et à l'herminette. Au bois s'ajoutent également le fer, sous la forme ouvrage de clous de différents types, l'étoupe et le brai. À cette diversification des matériaux et des produits correspond une variété de tâches techniques : fendage des bordages, façonnage des membrures, réalisation des gournables, perçage, assemblage, calfatage... Sans pouvoir établir une hiérarchisation précise de ces activités techniques, il semble évident que devaient intervenir, selon la nature des opérations, des hommes dotés d'une pratique spécialisée. Enfin, il semble logique d'envisager la présence sur le chantier d'un responsable chargé de la direction, de la coordination et du suivi des tâches. En résumé, toutes les caractéristiques d'un chantier naval se trouvent réunies avec, sous-jacent à cette activité technique, un investissement économique et une organisation – pour l'approvisionnement en matériaux et le recrutement des hommes notamment – sans aucune mesure avec ceux que demandent la construction du chaland d'Orlac, déjà importants, et moins encore avec ceux que nécessitait la réalisation des embarcations monoxyles.
- 78 Au regard de la question du financement du chantier, il est à noter que depuis la conquête franque, l'Église –et en particulier l'évêque de Saintes– a acquis un poids économique important, qui n'a pas totalement effacé cependant celui de l'ancienne aristocratie gallo-romaine encore détentrice de grands domaines agricoles (Rouche 1979). Dans ce contexte, on est en droit de se demander si ces puissances régionales ne pourraient être en vérité les deux seuls « commanditaires » susceptibles d'être à l'origine de la construction du bâtiment. Le chaland monoxylo-assemblé d'Orlac, les huit pirogues monoxyles connues à ce jour entre Port-d'Envaux et Dompierre-sur-Charente et le caboteur de Port Bertheau II constituent ainsi, au sein d'un

même bassin fluvial, un unique panorama de trois systèmes architecturaux dont les deux premiers s'inscrivent dans un cadre architectural strictement fluvial et le troisième dans un contexte de construction maritime. Au regard de ce paysage technique des moyens de transport par eau, l'une des questions qui se pose est celle de la valeur, en tant que modèle historique, de l'exemple de la Charente. Ce modèle pourrait-il s'appliquer à d'autres bassins de la façade atlantique ?

4.2.3 Sa place dans le contexte des échanges régionaux

- 79 Il importe de souligner, en introduction, qu'il ne s'agit pas de se livrer ici à une étude de l'histoire économique charentaise⁴³, mais essentiellement d'examiner de quelle manière le caboteur de Port Bertheau II peut permettre de restituer les grandes tendances d'une économie des échanges régionaux par voie d'eau. Le contexte à la lumière duquel cet aspect est à considérer est celui d'un secteur littoral qui ne possède pas encore de débouché maritime ouvert sur un commerce d'exportation. Il faudra attendre en effet le milieu du XII^e s. pour voir se développer le port de La Rochelle avec le négoce du vin produit dans l'arrière-pays charentais. À ce pôle maritime s'en ajoutera un second au XIII^e s, le port fluvio-maritime de Saint-Savinien, sur les bords de la Charente, qui participera lui aussi au commerce du vin à destination de l'Angleterre et de la Flandre.
- 80 Antérieurement au développement de ces deux centres portuaires, l'économie régionale des transports nautiques semble devoir être qualifiée de « fermée », en relation avec un territoire recouvert par un vaste massif forestier, l'antique *silva sanctonica*. Durant les VI^e et VII^e s., la culture de la vigne et la production du vin progressent, tandis que le long de la côte se développe l'exploitation des marais salants. Dans une région à l'économie essentiellement rurale, la principale ville est alors Saintes, qui est reliée à la mer par la Charente.
- 81 Les caractéristiques du caboteur –mode de construction, formes, dimensions...– semblent révélatrices de choix fonctionnels précis faits lors de la définition du projet architectural. L'importance de la cale, tout d'abord, traduit à l'évidence un désir de privilégier la fonction de transport ; le rapport entre sa longueur et la longueur d'étrave à étambot est de 0,591 ; en comparaison de huit bâtiments marchands du X^e au XIII^e s. (Mc Grail 1987 : 203)⁴⁴, il s'agit du coefficient le plus élevé. Les formes de la carène et le faible tirant d'eau, quant à eux, paraissent significatifs d'une volonté de disposer d'un navire susceptible de naviguer dans des zones peu profondes, susceptible aussi de s'échouer sans difficultés sur des grèves ou le long de berges pour effectuer des opérations de chargement et de déchargement. La faible hauteur de franc-bord, au niveau de la cale tout particulièrement, et les deux espaces de faible volume habitable sous les ponts avant et arrière pouvant servir d'abri à l'équipage⁴⁵, sont révélateurs d'un programme de navigation côtière et fluviale de proximité. En d'autres termes, il semblerait que la formulation du projet architectural a été établie pour répondre à des besoins économiques qui impliquaient, dans un cadre nautique précis, des échanges réguliers entre l'arrière-pays charentais –via la partie inférieure de la Charente– et le littoral. Au regard de l'investissement nécessaire à la construction de ce caboteur, il paraît peu vraisemblable qu'il n'ait été utilisé qu'épisodiquement. On peut d'ailleurs se demander si ceux qui l'ont utilisé ne pourraient pas se confondre avec ses

« commanditaires » –l'Église ou les grands propriétaires fonciers– soucieux de transporter les surplus agricoles des domaines ecclésiastiques ou laïques.

82 La capacité de charge maximum d'une dizaine de tonnes représente une autre donnée importante de la dimension économique des échanges maritimes et fluviaux de proximité auxquels le caboteur semblerait devoir être rattaché. Rappelons tout d'abord que ce tonnage est légèrement plus élevé que celui du chaland d'Orlac (8,2 t) qui, malgré une utilisation strictement fluviale, se rattachait au même type d'économie des transports, une économie sans relation avec un pôle maritime ouvert sur des échanges à longue distance. Pour le haut Moyen Âge, aucune source écrite régionale ne fournit d'indications sur les tonnages des bâtiments de cabotage. En revanche, des données de comparaison, à considérer il est vrai avec prudence, permettent de mieux apprécier le port de notre caboteur. À partir d'une analyse des sources archéologiques, O. Crumlin-Pedersen a ainsi mis en évidence qu'entre le XI^e et le XIII^e s., les caboteurs Scandinaves effectuant des transports locaux ont été construits avec des capacités de charge relativement stables comprises entre 4 et 20 t (Crumlin-Pedersen 1996 : 14, 45, fig. 8). À l'inverse, les navires hauturiers* Scandinaves, pendant la même période de trois siècles, ont vu augmenter leur tonnage dans des proportions allant de 50 à 150 t. Avec sa dizaine de tonnes de port, le caboteur de Port Bertheau II s'insère parfaitement dans la fourchette des unités de cabotage Scandinaves du Moyen Âge. Une autre source de comparaison, beaucoup plus tardive mais dont l'intérêt est de rendre compte d'activités de cabotage dans une zone littorale que fréquentait notre bateau au début du VII^e s., provient d'un album manuscrit anonyme daté de 1679. L'ouvrage représente les différents types de navires des ports situés entre Nantes et Bayonne à la fin du XVII^e s. (Desseins 1679⁴⁶). C'est ainsi que la planche consacrée à Port-des-Barques, dans l'estuaire de la Charente, mentionne des barques dont le tonnage moyen est compris entre 12 et 25 tonneaux effectuant des navigations de proximité et, pour les plus importantes, des traversées plus longues vers la Bretagne. Leur silhouette présente des analogies frappantes avec celle de notre bateau : arrière en pointe, vaste cale centrale ouverte, ponts avant et arrière, bau de mât, voile carrée. La légende de la planche indique par ailleurs que ces barques sont « conduites par trois hommes et un garçon », c'est-à-dire un équipage sans doute comparable à celui du caboteur de Port Bertheau II. Un autre exemple de ces unités de faible tonnage est donné par la planche consacrée à « Mornac, sur la rivière de Seudre ». On retrouve là encore des allèges*, à la cale non pontée, grées d'une voile carrée, dont le port est compris entre 12 et 20 tonneaux. Dans les divers exemples illustrés par le manuscrit, les produits transportés sont le sel, le vin, le blé ou encore le bois en fagots. Si l'économie des transports par eau des années 1680 ne se confond pas, à l'évidence, avec celle du début du VII^e s., il est certain par contre que les unités de tonnage modeste, similaires au caboteur de Port Bertheau II, sont essentielles dans les échanges régionaux.

83 Derrière ces quelques remarques semble se dessiner, dans le cadre d'une économie des transports nautiques « fermée », c'est-à-dire sans pôle maritime et commercial ouvert à des échanges à longues distances, la trame d'un système de navigation à l'intérieur duquel le caboteur de Port Bertheau II occuperait une position médiane entre un espace nautique fluvio-maritime –celui de la Charente en aval de Saintes, à quoi on peut sans doute ajouter les parties aval de la Seudre et de la Sèvre-Niortaise– et un espace nautique côtier. Un espace que les caractéristiques architecturales du bateau permettent d'ailleurs de circonscrire au pertuis de Maumusson vers le sud et au pertuis

Breton vers le nord ce qui représente une distance d'environ 25 milles, et –partant du littoral de l'Aunis– aux îles de Ré et d'Oléron vers l'ouest, ce qui représente une distance d'environ 8 milles (**fig. 115**). Cet espace est assimilable à une « mer intérieure des pertuis » protégée de la grande houle de l'Atlantique par les îles de Ré et d'Oléron. Avec des vents favorables à une navigation aux allures portantes et en faisant route avec le courant, le caboteur de Port Berteau II pouvait le parcourir, dans sa plus grande longueur, en moins d'une dizaine d'heures.

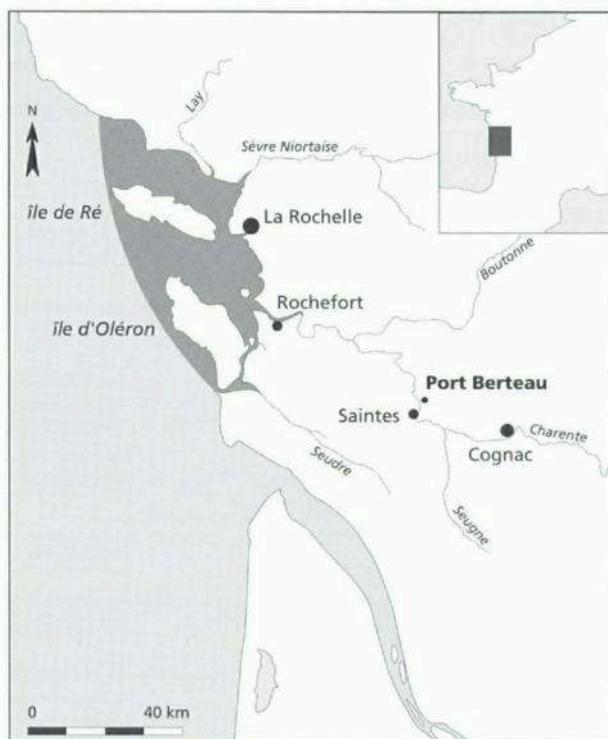


FIG. 115 – Restitution des zones de navigation maritime du caboteur de Port Berteau II.

NOTES

1. En privilégiant les caractéristiques techniques de la construction navale « à fond plat », nous voulions atténuer l'identification de ce système architectural au seul monde celtique. Sur cet aspect, cf. Ellmers 1969 ; Hocker 1991 ; Arnold 1991 : 76.
2. À l'inverse, en particulier, des navires d'époque viking pour lesquels de nombreux modèles de comparaison existent. C'est ainsi que malgré le peu de données archéologiques conservées, O. Crumlin-Pedersen a proposé une restitution cohérente des épaves de Hedeby 1 (Crumlin-Pedersen, 1997 : 89-93) et Hedeby 3 (Crumlin-Pedersen, 1997 : 102-103), fouillées en Allemagne du nord.
3. Il s'agit de la torsion des vestiges résultant de la différence d'inclinaison transversale entre les parties aval et amont.

4. Rappelons qu'à ce stade de l'analyse, les données sont décrites en fonction de la position de l'épave sur le fond.
5. Dans une coque à fond plat, le principal moyen de réduire la surface développée du bordé aux extrémités consiste à courber longitudinalement la sole.
6. Il est certain que des critères subjectifs interviennent dans ce choix. Cependant, la position sur l'étambot des virures supérieures (VR9-VR11) limite étroitement les possibilités d'interprétation. Il est à noter qu'une fois la restitution effectuée, une analogie est apparue, tant au niveau de la position des virures inférieures que de la forme du maître couple, avec l'épave du haut Moyen Âge de Graveney. Le fait important à souligner est que ce bateau construit à clin selon un système architectural très différent de celui de Port Berteau II, possède néanmoins des caractéristiques dimensionnelles (restituées) proches et se rattache également à un espace de navigation fluvio-maritime de même nature (Fenwick 1978 : fig. 10.1.1).
7. Il s'agit de la longueur de l'étrave à l'étambot prise au niveau de la virure supérieure.
8. La notion de varangue plate, dans une construction sur quille, ne se confond pas avec celle de fond plat ou de sole.
9. Il s'agit d'une valeur correspondant sensiblement à celle de la moitié de la longueur du plat de la varangue.
10. Le terme de relèvement, dans sa stricte acception, est associé à une méthode particulière de conception des formes de carène dans laquelle le relèvement de la varangue est une donnée stable. Seul l'acculement varie d'une varangue à l'autre.
11. Cette notion a été développée par P. Adam, auquel nous adressons tous nos remerciements pour avoir attiré notre attention sur ce point.
12. Les flancs du bateau de Lanvéoc sont pratiquement verticaux.
13. Dans cette étude, l'épave est datée de la fin du II^e s. ap. J.-C. Un nouvel examen des données archéologiques a permis de la redater de l'extrême fin du III^e s. ap. J.-C. (Pomey *et al.* 1992 : 24-25).
14. Il s'agit des stations 14 et 15 de la courbe des aires dont la surface mouillée est identique (cf. fig. 131).
15. Marc Ginisty a conçu et construit aux USA de nombreux multicoques de course et de croisière.
16. Le poids considéré est celui de la coque prête à naviguer, sans lest.
17. Il s'agit du creux utile défini pour l'évaluation du volume intérieur de la cale. Avec un creux de 1 m, le taquet SER1, destiné à l'amarrage d'une manœuvre, reste dégagé et utilisable.
18. Ce lest a été ajouté pour des raisons de stabilité sous voile.
19. Port maximum en navigation maritime.
20. Ce port n'est envisageable que dans le cadre d'une navigation fluviale.
21. Des fargues* mobiles peuvent éventuellement augmenter le franc-bord et assurer une meilleure protection de la coque.
22. L. Basch semble limiter la notion de membrure active à la détermination des formes. Il nous semble logique d'étendre cette notion à la fonction structurelle des membrures comme élément transversal de la coque.
23. Un excellent exemple est fourni par l'étude de J.R. Steffy à propos de l'épave de Serçe Liman (Steffy 1991 : 5 et suiv.).
24. Sur ces différentes hypothèses, cf. Rieth 1996b.
25. Sur le sens des différents termes, cf. Fenwick 1993 : 197.
26. Les baux TRV3 et TRV7 possèdent également une deuxième fonction : ils servent de support et de plan de clouage aux planches des ponts avant et arrière.
27. Voir reproduction et commentaire dans Ellmers 1972 : 56 et suiv.
28. Le centre du pied du mât a été pris comme référence.
29. Pour des commentaires sur la façon de considérer les dimensions, cf. Forfait 1788 : 17 et suiv.
30. La longueur et la largeur à la flottaison sont considérées pour un déplacement de 7,6 t.

31. À titre d'hypothèse, un calcul de vitesse limite a été effectué (cf. annexe 4, § 4).
32. Parmi les exemples pris dans le domaine ethnographique, on peut citer le cas d'un bateau de pêche du sud de l'Inde (golfe de Mannar) appelé vattai. Selon les modèles, la longueur de la coque est comprise entre 5 et 14 m. Les bateaux les plus grands portent trois mâts. Le mât central, le plus important, est équipé d'un étai avant et d'un double étai arrière (Blue *et al.* 1998 : 62).
33. Pour une synthèse récente, cf. Mott 1997. Pour les aspects expérimentaux, cf. par exemple *Kyrenia II : an ancient ship salis again* 1987 : 12, 14.
34. Cf. par exemple Bolstad, Jansen 1992 : 76, 82-86.
35. Une interrogation demeure encore sur l'âge précis de l'épave. Le mobilier céramologique plaide pour une datation légèrement plus tardive que ne l'indiquent les mesures d'âge au radiocarbone.
36. Procope de Césarée, dans son ouvrage sur les Guerres contre les Goths (VIII, XXII), décrit le navire d'Enée après la prise de Rome par Bélisaire en 536.
37. Il s'agit de la construction à clin.
38. On trouvera au § 3.3.8.3, *Angle d'enfoncement des clous*, une définition du mode de construction faisant appel au clou appelé *carvel* ou *carvelle*.
39. Il est bien évident que le nombre élevé d'embarcations monoxyles n'est pas nécessairement le signe de leur prééminence.
40. Ce sont les pirogues de Port-d'Envaux, Taillebourg, Port Berteau I, Saintes I, Saintes II, Chaniers, Dompierre-sur-Charente I et Dompierre-sur-Charente II. Cette dernière, découverte en 1998, est en cours d'étude. Nous remercions J.-L. Henriot de nous en avoir signalé la découverte.
41. Les pirogues de Port-d'Envaux, Taillebourg, Port Berteau I et Dompierre-sur-Charente I ont donné lieu à des mesures d'âge au radiocarbone. Celles de Saintes I et II ont été datées à la fois par mesures d'âge au radiocarbone et analyses dendrochronologiques. Depuis la publication de la pirogue de Saintes I (Grandjean, Rieth 1990), une nouvelle datation a été proposée : (ARC 98/7760D/1) la séquence 9002 SA se situe entre les années 682 et 813 ; en l'absence d'aubier, la date d'abattage de l'arbre ne peut être antérieure à l'année 825 et pourrait se placer entre les années 825-855. Les pirogues de Chaniers et de Dompierre-sur-Charente II quant à elles ne sont pas datées mais semblent être d'époque historique.
42. L'auteur utilise l'expression de *bordages de transition*.
43. Nous laissons aux historiens le soin d'aborder cette question concernant aussi bien la nature et le volume des frets que les conditions de construction et d'utilisation du bateau.
44. Les rapports sont compris entre 0,278 pour le plus faible (épave de Skuldelev 3) et 0,560 (épave de Lynaes 1, Danemark).
45. En l'absence de données contemporaines sur la composition des équipages, le nombre d'hommes est à évaluer, d'un point de vue technique, en fonction des différents postes nécessaires à la manœuvre. Dans le contexte d'une navigation maritime, l'hypothèse basse semblerait pouvoir se situer à trois hommes et l'hypothèse haute à quatre hommes. Le rapport homme d'équipage/tonne cargaison serait compris entre 1/3,3 et 1/2,5. Les navigations expérimentales conduites à bord des répliques des bâtiments du XI^e s. de Skuldelev 1 et Skuldelev 3 ont mis en évidence des rapports homme d'équipage/tonne de cargaison compris entre 1/4 pour le navire hauturier de Skuldelev 1 et 1/0,9 seulement pour le caboteur de Skuldelev 3 (cité par Mc Grail 1987 : 201).
46. Il s'agit là de l'édition critique la plus récente de ce manuscrit.

RÉSUMÉS

La restitution architecturale de la carène a abouti à définir une coque partiellement pontée, construite sur quille, de 14,29 m de longueur au plat-bord et 4,80 m de largeur au maître couple. Le déplacement à lège (coque équipée) est de l'ordre de 6,8 t pour un tirant d'eau de 0,36 m et un franc-bord de 0,90 m. Sa capacité de charge a été évaluée à une dizaine de tonnes. Architecturalement, le bâtiment semble se rattacher à un système de construction à franc-bord « membrure première » dans lequel la charpente transversale occupe, tant au niveau de la conception que de la construction, une position centrale.

Par sa datation, elle représente la plus ancienne attestation de ce système de construction dans le contexte du littoral atlantique. Le développement de la construction à carvel au Ponant était jusqu'alors établi, à partir des seules sources écrites, à la seconde moitié du xv^e s. ; l'épave de Port Bertheau II conduit à une nouvelle lecture de ce phénomène majeur de l'histoire de l'architecture navale médiévale.

Fonctionnellement, le bateau de Port Bertheau II, gréé d'une voile carrée d'une surface d'environ 50 m², peut être rattaché à la famille des caboteurs adaptés à une navigation côtière de proximité et à une navigation fluviale. Il est probable, au demeurant, que cette aire de navigation maritime réduite se superpose à celle où était implanté le chantier naval et d'où provenaient également les végétaux utilisés pour calfater la coque. Le milieu environnemental restitué par l'analyse palynologique tendrait à localiser les lieux d'approvisionnement en bordure d'un estuaire ou le long du littoral.

Dans le contexte régional, marqué par une absence d'ouverture vers la haute mer qui perdurera jusqu'au milieu du xiii^e s. lorsque se développera le port de La Rochelle, le caboteur de Port Bertheau II, par ses caractéristiques architecturales et fonctionnelles, semble correspondre au moyen de transport maritime et fluvial le plus adapté à des échanges de proximité à l'intérieur d'une « région nautique » limitée à l'ouest par les îles de Ré et d'Oléron et à l'est par les trois voies d'eau reliant la côte à l'arrière-pays: la Sèvre-Niortaise, la Charente et la Seudre.

Architectural reconstruction of the bottom part of the boat shows that it was partly decked, built on a keel, and measured 14.29 meters long at the gunwales and 4.80 meters wide at the main frame. Unloaded displacement, with the hull equipped, was in the order of 6.8 tones for a 0.36 meter draught and a 0.90 meter free board. Its load capacity can be estimated at around ten tones. Architecturally-speaking, the boat seems to belong to a carvel built "frame first" ship-building tradition in which the cross-timbers have a central role both from a design and a structural point of view.

Given its age, the boat is the oldest known example of this building technique on the Atlantic sea-board. Written evidence had previously dated the development of carvel construction at Ponant to the second half of the 15th century. The Port Bertheau wreck will lead to a re-examination of this major phenomenon in the history of medieval naval architecture.

From a functional point of view, the Port Bertheau II boat, rigged with a square sail whose surface measures 50 square meters, belongs to the family of coasters suited to short-distance Coastal and river navigation. It is likely that this rather small maritime sailing area was also where the boat-yard and the plants used for caulking the hull would have been found. Floral analysis suggests that the plants were part of an environment located along either an estuary or the coast. The region was marked by its lack of access to the open sea until the port of La Rochelle was developed in the middle of the 12th century. In this context, the Port Bertheau II coaster possessed the architectural and functional features best suited to local sea and river trade within a "nautical area" bounded on the West by the Ré and Oléron islands, and on the East by the three

waterways (the Sèvre-Niortaise, the Charente and the Seudre) which linked the coast to the hinterland.

Die bauliche Rekonstruktion des Kiels hat dazu geführt, einen teilweise überbrückten auf Kiel gebauten Schiffskörper zu definieren, von 14,29 m Länge am Schandeck und 4,80 m Hauptspant. Die Wasserverdrängung ohne Fracht (mit ausgerüstetem Rumpf) liegt bei 6,8 t bei einem Tiefgang von 0,36 m und einem Freibord von 0,90 m. Sein Ladegewicht ist auf ungefähr 10 Tonnen geschätzt worden. Aus baulicher Sicht scheint das Schiff einem Freibordkonstruktionssystem. Primärspant" zuzuordnen zu sein, in dem das Quergerüst sowohl in konzeptioneller wie in konstruktiver Hinsicht eine zentrale Position einnimmt.

Dank seiner Datierung stellt es das älteste Beispiel dieses baulichen Systems in der Region dar. Die Entwicklung des Karviel Werks im an der Atlantikküste war bisher, ausschließlich auf schriftlichen Quellen basierend, in der zweiten Hälfte des 15. Jh. bekannt; das Wrack von Port Bertheau II führt zu einer neuen Interpretation dieses äußerst wichtigen Phänomens der Geschichte des mittelalterlichen Schiffbaus.

Funktionsmäßig kann das Schiff aus Port Bertheau II, mit seinem ungefähr 50 m² großen quadratischen Segel der Familie der Küstenschiffe zugeordnet werden, die der Navigation in Küstennähe und der Binnenschifffahrt angepaßt sind. Es ist übrigens möglich, dass dieser begrenzte maritime Navigationsbereich sich mit dem überlagert, in dem die Werft angesiedelt war und aus dem ebenfalls die Pflanzen stammten, mit denen der Rumpf kalfatert war. Die Umwelt ist mittels einer Pollenanalyse rekonstruiert worden und es wird vermutet, dass man sich am Rande einer Flussmündung oder längs der Küste mit den nötigen Pflanzen versorgte.

Der regionale Kontext zeichnete sich bis in die Mitte des 12. Jh. als der Hafen La Rochelle ausgebaut wurde, durch das Fehlen einer Öffnung auf das Meer aus. Seine baulichen und funktionellen Eigenschaften scheinen das Küstenschiff Port Bertheau II zum, dem See- und Flussverkehr am besten abgepasste Transportmittel zu machen, das sich für Tauschgeschäfte im kleinen Umkreis einer „nautischen Region "eignete, die im Westen von den Inseln Ré und Oléron begrenzt war und im Osten von den drei Wasserwegen, die die Küste mit dem Hinterland verbanden: die Sèvre-Niortaise, die Charente und die Seudre.

AUTEUR

ÉRIC RIETH

Directeur de recherche au CNRS (laboratoire de Médiévisique occidentale de Paris, UMR 8589),
responsable du département d'archéologie navale au musée national de la Marine

Conclusion

- 1 Au cours de ces années de recherche, les problématiques ont évolué, passant de l'analyse d'un site particulier –un port fluvial– à celle d'un espace nautique, avec pour objet principal les moyens de transport mais aussi les aménagements du fleuve, le paysage fluvial et, d'une manière plus large, le cadre régional. Ce changement d'orientation est lié bien sûr à la progression des travaux menés dans la Charente¹, mais aussi à l'influence des recherches conduites à l'étranger, sous la direction notamment des archéologues Ole Crumlin-Pedersen, Sean Mc Grail et Christer Westerdahl. Si les bateaux –pirogues monoxyles, chaland monoxyde-assemblé et caboteur de construction « membrure première »– sont demeurés au fil des années au centre d'un programme d'archéologie navale, ils n'ont pas cependant été considérés comme des sujets d'étude clos², mais ont toujours été reliés, non sans difficultés parfois, à leur environnement selon les thématiques propres à l'archéologie nautique³.
- 2 Par ailleurs, les centaines de plongées réalisées ont mis en évidence le rôle fondamental des techniques et des méthodes de l'archéologie subaquatique. En dépit de conditions difficiles de travail, dans une eau à la visibilité très réduite et au courant parfois violent, il a été possible de mener à bien, selon un rythme certes plus lent qu'à terre, l'étude d'un site archéologique complexe.
- 3 Après ces longs et passionnants moments de recherche passés dans les eaux du fleuve, deux interrogations demeurent. La première, qui relève de l'archéologie navale, concerne l'hypothèse de construction du caboteur selon un système architectural de type « membrure première ». Compte tenu de la datation du bateau, par quelle voie son architecture peut-elle conduire à une nouvelle lecture de l'histoire de la construction à carvel au Ponant ? La seconde question, en référence au contenu de l'archéologie nautique, porte sur la restitution des différents espaces nautiques de la Charente dans leurs rapports avec des types architecturaux particuliers d'une part et une économie fluvio-maritime des transports dépourvue d'un pôle maritime ouvert sur des échanges à longue distance d'autre part. Ce modèle d'organisation des transports par eau du haut Moyen Âge, tel qu'il semble se dessiner au terme du programme de recherche, doit-il être limité au cas de la Charente ou pourrait-il être applicable à d'autres bassins fluviaux ?

- 4 C'est à partir de nouveaux projets de recherche que, très probablement, des éléments de réponse pourront être proposés. Si cette étude pouvait susciter de tels projets, l'un de ses objectifs serait atteint.
-

NOTES

1. À cet égard, l'apport des membres de l'équipe de fouille, qui comprenait de nombreux étudiants en archéologie nautique médiévale engagés dans des recherches (maîtrise, DEA, thèse) portant sur d'autres bassins fluviaux, a été déterminant. La présentation de leurs travaux à notre séminaire de l'Université de Paris I a également joué un rôle important en ce qu'il a permis de préciser et de corriger les directions de recherche. Les discussions régulières avec François Beaudouin, ancien conservateur du musée de la Batellerie de Conflans-Sainte-Honorine, ont aussi tenu une place essentielle dans le programme.

2. Comme le souligne O. Crumlin-Pedersen : « *In the early days of the development of maritime archaeology it was first and foremost the potential of the wreck-finds as « time-capsules » that attracted attention* » (« Dans les premiers temps du développement de l'archéologie maritime, c'était d'abord et avant tout le potentiel archéologique des épaves en tant que "times-capsules" qui attirait l'attention », Crumlin-Pedersen 1997 : 12).

3. En conclusion à son article définissant le contenu de l'archéologie navale (« boat and ship archaeology »), S. Mc Grail écrit : « *The study of rafts, boats and ships is sterile unless associated with the study of shore-based facilities and the environmental, économie, social and historical contexts* » (« L'étude des radeaux, des embarcations et des navires demeure stérile si elle n'est pas associée à celle des aménagements du littoral et du contexte environnemental, économique, social et historique », Mc Grail 1997a : 68).

Annexe 1 Les clous

Catherine Carrière-Desbois et Virginie Serna

- 1 L'étude des modes d'assemblage dans les charpentes terrestres et navales est aujourd'hui relativement développée mais, à de rares exceptions près, les éléments métalliques qui y participent ne sont pas l'objet de beaucoup d'attention de la part des historiens et archéologues¹. Pourtant, ce mobilier se révèle riche d'informations et mérite que l'on s'y attache. L'analyse qui suit porte sur un ensemble de 93 clous prélevés sur les vestiges de l'épave, de 8 clous analysés mais non prélevés et de 24 clous trouvés dans diverses couches stratigraphiques à l'intérieur de la zone de fouille mais désolidarisés des éléments de la coque², soit au total 124 clous. Rappelons que les clous participent essentiellement à la fixation des bouts des virures sur l'étrave et l'étambot, et dans une faible part à l'assemblage des bordages aux membrures.
- 2 Afin de mener à bien cette analyse, les clous ont fait l'objet d'un inventaire et d'un traitement spécifique.

1 Inventaire et traitement

- 3 Les clous ont été inventoriés à l'aide du système Archéo-DATA mis au point pour la gestion des informations archéologiques par Daniel Arroyo-Bishop. Ceux qui étaient encore en place dans les pièces de charpente de l'épave ont été démontés après avoir été précisément localisés et inventoriés. L'ensemble de ces clous découverts en relation directe avec l'épave ne présentait aucune concrétion, ni corrosion. Lors des premières campagnes de fouille, les objets ont été déposés au musée archéologique de Saintes pour y subir une déchloruration dans des bains de sulfite. Il s'est avéré, après analyse, qu'ils ne contenaient aucun chlorure. Le traitement de déchloruration, fragilisant les clous, a donc été abandonné. Les clous découverts par la suite ont été traités de la façon suivante : séchage lent de quinze jours, puis décapage par brossage –brosse métallique, brosse dure et souple synthétique– et ponçage au papier de verre afin d'éliminer toute trace de sédiment et d'oxydation naissante ; ils ont ensuite été séchés à l'étuve pendant quatre heures avant d'être recouverts d'un film protecteur de paraloïd B72 à 5 %, puis stockés en milieu à humidité contrôlée sous gel de silice bleu.

- 4 L'état de corrosion, systématiquement enregistré, permet certaines constatations : les clous encore enfoncés dans le bois de l'épave ne présentait lors de la mise hors eau aucune altération, ni de leur tige ni de leur tête ; or, si l'absence de corrosion sur la tige s'explique par la protection que lui offre le bois, la non altération de la tête, en contact avec le milieu ambiant, suppose un enfouissement assez rapide du bâtiment.

2 Typologie

- 5 Quarante-treize clous ont été démontés. Huit autres, non prélevés mais ayant donné lieu à des observations précises (1.227, 1.228, 1.231, 1.233, 1.234, 1.236-1.238), ont été intégrés à la typologie. Le système descriptif utilisé a privilégié des éléments variables tels que la morphologie de la tête, la forme de la section de la tige et sa longueur (fig. 116). Il a fait apparaître une répartition en trois catégories : à tête triangulaire, à tête en bouton, à tête plate. La catégorie à tête en bouton est elle-même subdivisée en deux sous-catégories : A et B ; tandis que la catégorie à tête plate est subdivisée en trois sous-catégories : à tête plate ronde ou ovale, à tête plate carrée et à tête plate rectangulaire (tabl. xi).

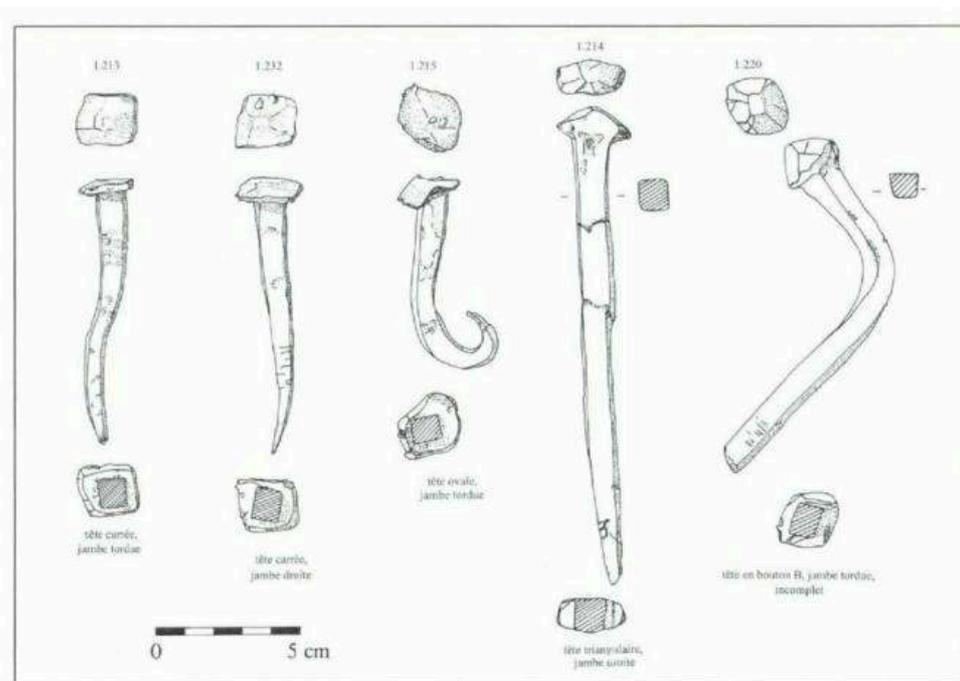


FIG. 116 – Échantillon des différents types de clous représentés dans l'épave.

catégorie	sous-catégorie	jambe	longueur vraie ou estimée (en cm)	quantité	n° d'inventaire
à tête plate	ronde ou ovale	tordue	de 6 à 10	11	1.91*, (1.94)*, 1.106, 1.109*, (1.111)*, (1.115), 1.142, 1.215, (1.219)*, (1.221)*, (1.223)*
			14	1	1.92
		droite	de 8,6 à 15	15	1.97*, 1.113*, (1.114)*, 1.116*, 1.120, 1.128*, 1.131*, 1.224*, (1.225)*, 1.227, 1.228, 1.230, 1.233, 1.235*, 1.236
	carrée	tordue	de 3,7 à 6,5	3	1.96, 1.198, (1.251)*
			de 8 à 9	3	1.6, 1.8, 1.213
			10	4	1.106, 1.237, 1.238, 1.231
		droite	de 4 à 5,6	3	1.137, 1.194, 1.216*
			de 8,8 à 9,5	9	1.11, 1.100, 1.103, 1.117, 1.127, 1.98, 1.126, 1.218*, 1.232
			de 10,5 à 11	3	1.7, 1.123, 1.226
		longueur incomplète (et non restituable)	de 3 à 8,5	18	1.4, 1.5, 1.10, 1.86, 1.99, 1.107, 1.108, 1.112, 1.118, 1.119, 1.122, 1.124, 1.125, 1.135, 1.138, 1.195, 1.193, 1.188
	rectangulaire	tordue	9	1	1.32
droite		de 3 à 5	3	(1.33), (1.79), (1.85)	
		de 8 à 8,5	5	1.80, 1.82, 1.83, 1.84, 1.92	
à tête triangulaire		tordue	10	1	1.3
		droite	16,8	6	1.34, 1.50, 1.214, 1.192, 1.191, 1.234
			20	1	1.1
à tête en bouton	A	tordue	de 10 à 18	2	1.95, 1.217
		droite	de 8 à 15,5	2	(1.93), (1.139)
	B	tordue	de 12 à 15	2	1.49, (1.220)
		droite	12	1	1.9
atypiques		tordue	9	1	1.2
		droite	de 8 à 10	6	1.105, 1.110, 1.121, 1.129, 1.130, 1.241
Total				101	

TABL. XI – Répartition typologique des clous. Les clous dont la longueur incomplète a pu être restituée sont indiqués entre parenthèses. Les clous dont la tête et la jambe sont désaxées sont suivis d'un astérisque. Les clous 1.227, 1.228, 1.231, 1.233, 1.234, 1.236, 1.237 et 1.238 ont été analysés *in situ* ; tous les autres ont été étudiés à terre après avoir été prélevés.

2.1 Les clous à tête triangulaire

Description

- 6 Huit individus appartiennent à cette catégorie. Le profil de leur tête forme un « as de pique » épais s'inscrivant dans le prolongement de la jambe (**fig. 117**). Ces clous sont faits d'un seul tenant et montrent une grande régularité de fabrication. Ils sont particulièrement solides et supportent des tensions importantes. La jambe, épaisse sous la tête, possède une section globalement rectangulaire de 10 x 7 mm en moyenne. La tête a été réalisée par martelage une fois la jambe amincie, en maintenant l'extrémité la plus épaisse à l'aide d'une pince. Les marques de fabrication sont facilement observables : sur la tête du clou 1.34, l'écrasement du métal est bien visible ainsi que les replis formés sur les bords de la tête. Il semble que la tête de ces clous a été réalisée lorsque ceux-ci étaient maintenus à plat, position qui expliquerait qu'une face soit plus lisse que l'autre.

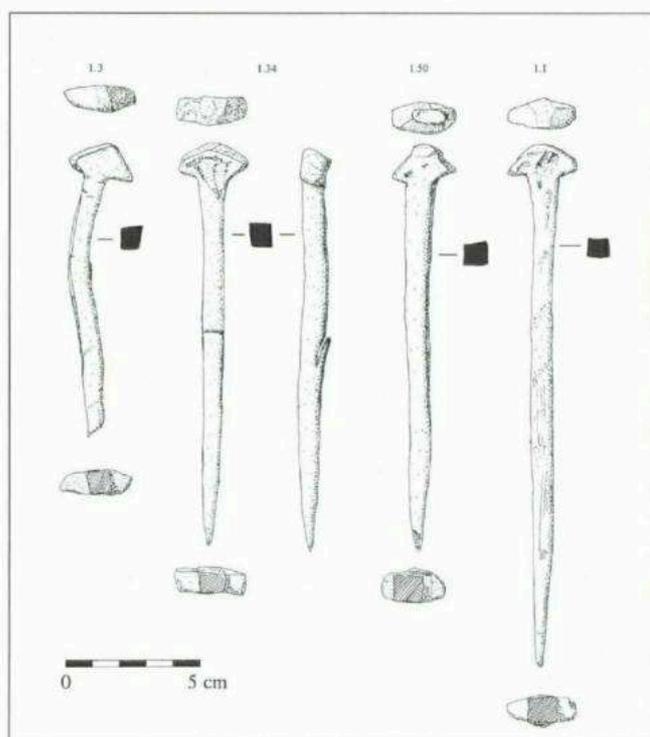


FIG. 117 – Clous à tête triangulaire « en as de pique ».

- 7 Deux ensembles, caractérisés par la longueur des jambes, semblent coexister : les clous du premier ensemble (1.34, 1.50, 1.214, 1.192 et 1.191) ont une longueur de 155 à 168 mm ; ceux du second (1.3, 1.1 et 1.234) mesurent 203 mm.

Répartition

- 8 Les 8 clous à tête triangulaire retrouvés sur l'épave ont été utilisés, lors de la construction du bateau, en parfaite adéquation avec leur morphologie et leur longueur puisque 5 d'entre eux ont été enfoncés dans les abouts des virures demi-circulaires, fixant ces dernières aux pièces d'extrémité EXB1/2 et EXA1 (1.1, 1.3, 1.34, 1.50, 1.214 et 1.234) tandis que les 2 clous 1.191 et 1.192, de facture et de dimensions parfaitement identiques (160 mm), maintenaient en place la pièce SER1 sur les membrures MBG25 et MBG27 (cf. § 3.3.9). Ce mode de clouage (clous à tête triangulaire sur les bordages de section demi-circulaire) est très cohérent compte tenu de l'épaisseur importante des virures et de leur fonction de renfort longitudinal du bordé (cf. § 3.3.8.1).

2.2 Les clous à tête en bouton

Description

- 9 Sept clous, à tête et jambe d'un seul tenant, représentent cette catégorie (fig. 118). Il semble que l'on puisse les séparer en deux sous-catégories : A, à tête et jambe épaisses, et forte section ; B, composée de clous plus fins. Cette distinction paraît devoir être faite compte tenu des modalités différentes de fabrication.

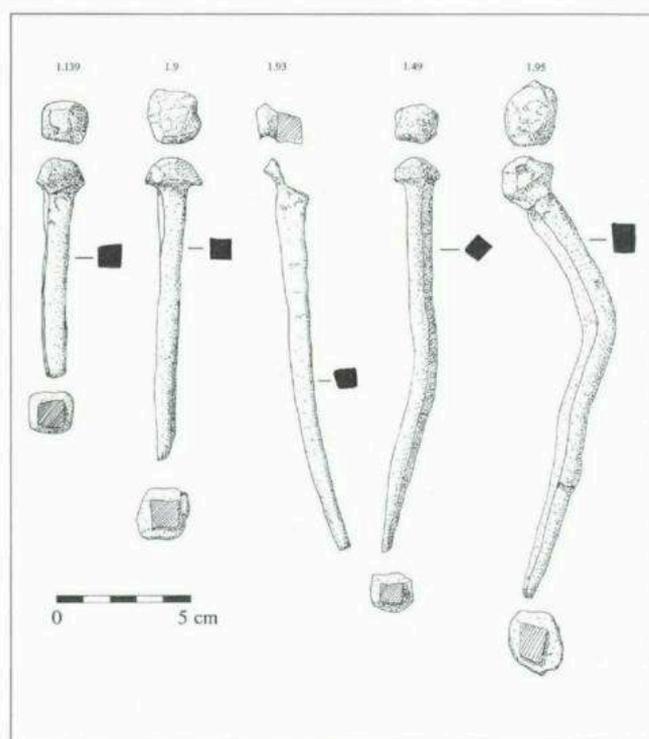


FIG. 118 – Clous à tête en bouton.

- 10 La sous-catégorie A est constituée de clous dont la section des jambes sous la tête –au plus large– est de 10 à 12 mm (clous 1.93, 1.95, 1.139 et 1.217). Contrairement aux clous de la sous-catégorie B, cette section se resserre et s'arrondit avant de s'élargir pour aboutir à une tête globuleuse en forme de grosse pyramide tronquée. Il semble que la tête a été écrasée, le haut de la jambe maintenue par une pince ou une tenaille. Cette tête a ensuite été façonnée par un mouvement de rotation de la jambe, et non à plat comme les clous triangulaires et ceux de la sous-catégorie B.
- 11 La sous-catégorie B (clous 1.9, 1.49 et 1.220) est, en fait, très proche de celle formée par les clous à tête triangulaire. La section de la jambe, sous la tête, est carrée (de 8 à 10 mm). Elle semble s'évaser dans sa partie supérieure pour former le départ des côtés d'un « as de pique ». Mais la tête, martelée ensuite sur toute sa périphérie, forme un gros bouton en pyramide plus ou moins tronquée. Il semble qu'ici le mode de fabrication soit semblable à celui des clous triangulaires, mais qu'une mise en forme plus poussée des têtes a abouti à cette tête en bouton.

Répartition

- 12 L'utilisation de ces clous est homogène et révèle de la part des charpentiers une parfaite connaissance des possibilités des matériaux. Les 7 clous à tête en bouton ont été utilisés, sans exception, pour assembler des virures demi-circulaires aux pièces d'extrémité EXB1/2 et EXA1. Il est à noter que la distinction entre sous-catégorie A et sous-catégorie B ne semble pas être pertinente quant à l'utilisation fonctionnelle des clous. Les charpentiers ont fixé les deux types de clous sans que l'on puisse distinguer une préférence pour l'un ou l'autre.

2.3 Les clous à tête plate

- 13 Cette catégorie de clous, qui comprend 79 individus, est susceptible d'être décomposée, en fonction de la forme de la tête, en trois sous-catégories.

Les clous à tête plate ronde ou ovale

Description

- 14 Cette première sous-catégorie, comprenant 27 individus, rassemble des clous à tête plate grossièrement ronde ou ovale (**fig. 119**) dont la jambe diminue régulièrement jusqu'à la pointe. Quinze clous complets ont une jambe épaisse dont la section grossièrement carrée de 10 mm de côté en moyenne sous la tête s'amenuise régulièrement jusqu'à 6 mm à mi-hauteur. Le point d'attache de la jambe est systématiquement décentré : il se situe en moyenne à 5 mm du bord de la tête d'un côté et 15 mm de l'autre. Ce déplacement semble lié aux coups reçus par les clous lors de leur enfoncement. En effet, la tête plate ne possède pas une épaisseur régulière. De 2 à 3 mm du côté où la jambe est la plus près du bord, elle se réduit parfois à 1 ou 2 mm de l'autre. Les bords, quant à eux, présentent de nombreuses déchirures, en particulier du côté le plus mince. Des replis des bords réalisés à chaud forment le bord le plus épais. Ceci est particulièrement visible sur le clou 1.114.



FIG. 119 – Clous à tête ronde ou ovale.

- 15 La jambe et la tête sont composées d'une seule pièce : la tige, une fois formée et amincie d'un côté, est écrasée de l'autre ; les déchirures sur les bords sont alors repliées et le sommet du clou martelé afin de présenter une tête arrondie. On observe une marque rectiligne sous la tête du clou 1.131, qui indique que cette tête a été aplatie par martelage sur un guide possédant une surface plane et un bord rectiligne –une pince,

une tenaille ou une petite barre métallique maintenant la jambe ont peut-être provoqué cette marque. Toutes les têtes présentent de nombreuses traces de martelage sur le dessus, et aucune découpe à l'aide de pince n'est visible sur les bords.

- 16 Une série de clous a été fabriquée comme les précédents, mais la finition des têtes est de mauvaise qualité et surtout leurs dimensions sont plus réduites (1.91, 1.109, 1.115, 1.142, 1.106, 1.223, 1.219, 1.215 et 1.221). Les têtes, épaisses, sont réalisées par aplatissement de la jambe, martelage et repliage grossier ; aucune découpe à la pince n'est visible. La longueur de la jambe varie entre 60 et 90 mm et le diamètre des têtes est compris entre 25 et 30 mm. Ces clous présentent parfois un angle résultant d'un repli marqué – ou d'une coupure à la pince, bien qu'il n'y en ait pas de preuve.

Répartition

- 17 Il semble, après analyse, que les clous à tête plate ronde ou ovale ont été utilisés par les charpentiers de deux façons différentes. D'une part, ils servent à fixer, comme les clous à tête triangulaire et à tête en bouton, les virures demi-circulaires sur les pièces d'extrémité. D'autre part, ils sont employés systématiquement sur les virures rectangulaires lorsque l'assemblage de la virure immédiatement supérieure et inférieure était pratiqué au moyen de gournables. Dans ce cas, seul le clou à tête ovale maintient la virure rectangulaire à la membrure, sans que la fixation soit complétée par une gournable.

Les clous à tête plate carrée

Description

- 18 Quarante-trois individus appartiennent à cette deuxième sous-catégorie qui est la plus importante (**fig. 120**). Tous les clous présentent, au minimum, quatre découpes à la pince pour former la tête, après aplatissement de la jambe. Deux ensembles se dégagent d'après la longueur des clous : le premier est composé de petits clous représentés par 3 individus (1.137, 1.194, 1.216, longueur 40 mm, tête 8mm) ; le second est constitué des autres clous, dont la jambe est longue, de 90 à 110 mm –notons que 18 clous ont une jambe incomplète–, et une tête de diamètre variable, de 30 mm pour les plus larges (1.6 et 1.106) à 15 mm pour les plus petites. Le clou 1.96, dont la jambe est ratée, présente une pointe aplatie et non effilée.



FIG. 120 – Clous à tête plate carrée : **A** clou du groupe a ; **B** clous du groupe b.

Répartition

- 19 Les clous à tête plate carrée et jambe longue sont utilisés :
- pour fixer les virures rectangulaires ou demi-circulaires aux membrures (16 clous) ;
 - pour fixer les virures rectangulaires ou demi-circulaires aux pièces d'extrémité (4 clous) ;
 - pour fixer les planches du pont amont uniquement (6 clous).
- 20 Les clous à tête carrée et jambe courte (17 clous) semblent avoir servi d'appoint sur l'ensemble des fixations.

Les clous à tête plate rectangulaire

Description

- 21 Cette troisième sous-catégorie de 9 clous (**fig. 121**) est particulièrement homogène. Ils ont une longueur à peu près semblable d'environ 90 mm, excepté le clou 1.92 (125 mm). Tous présentent une jambe fine et une tête rectangulaire mince (les clous 1.32, 1.80 et 1.85 possèdent les têtes les plus minces), découpée à la pince (le plus caractéristique étant le clou 1.32). Il semble bien que la tête a été formée par aplatissement de la jambe.

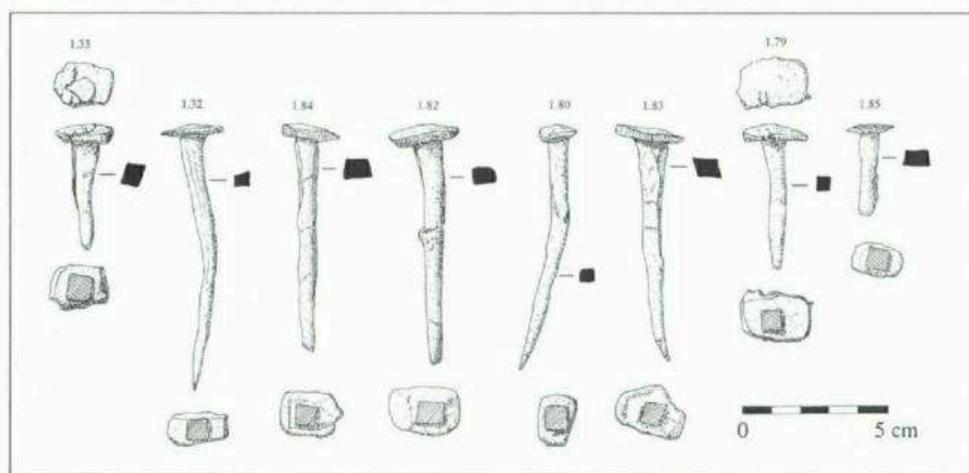


FIG. 121 – Clous à tête plate rectangulaire.

- 22 Les clous à tête plate rectangulaire apparaissent comme une variante de la sous-catégorie à tête plate carrée.

Répartition

- 23 Tous les clous à tête plate rectangulaire ont été fixés aux planches du pont aval, sauf le clou 1.92 (VRG4 sur EXA1).

2.4 Les clous atypiques

- 24 On peut ainsi qualifier ce groupe de 6 clous à tête ratée ou présentant des défauts de réalisation (fig. 122). Atypiques par la forme de leur tête, ils possèdent des replis et des déchirures caractéristiques du groupe des clous à tête plate ronde ou ovale. Mais leurs dimensions, la forme des têtes et quelques découpes à la pince les en différencient cependant. Leur longueur varie de 90 à 100 mm.

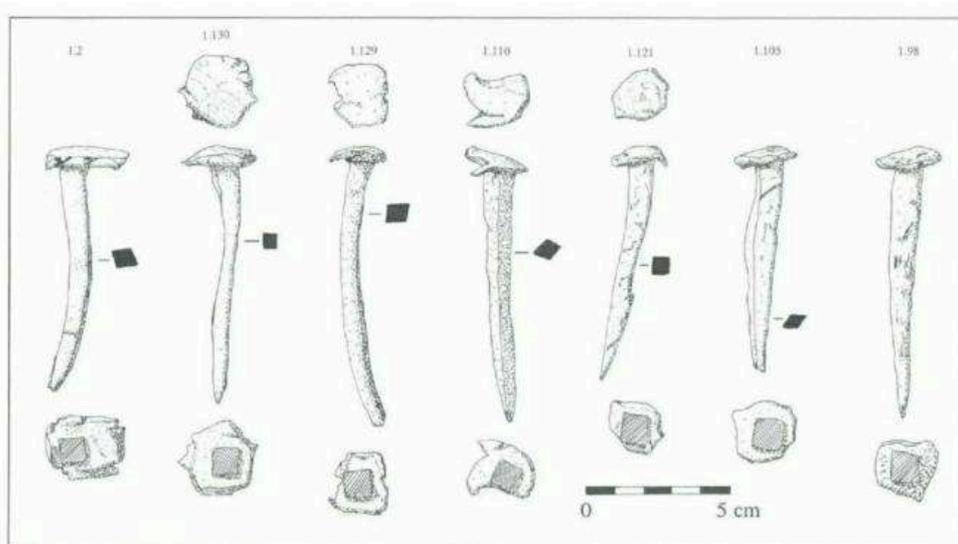


FIG. 122 – Clous atypiques.

- 25 En conclusion, il apparaît que l'observation attentive de l'emplacement des clous sur les éléments de charpente croisée avec l'analyse typologique peut permettre de reconnaître leur utilisation. Trois catégories de clous ont des usages très spécifiques : les clous à tête triangulaire, les clous à tête en bouton et les clous à tête plate rectangulaire. Les clous à tête triangulaire ont été utilisés dans les abouts des virures demi-circulaires, fixant ces dernières aux pièces d'extrémité. Ils ont également servi à assembler et maintenir la pièce SER1 aux membrures MBG25 et MBG27. Les clous à tête en bouton ont été employés pour fixer les virures demi-circulaires aux pièces d'extrémité. Les clous à tête plate rectangulaire ont été utilisés pour fixer les planches du pont aval. Les autres clous semblent avoir des usages plus diversifiés. Lorsqu'ils ont une longueur de jambe importante, les clous à tête plate carrée sont destinés soit à fixer les virures aux membrures –sans distinction entre les virures rectangulaires et les virures demi-circulaires– et aux pièces d'extrémité, soit à maintenir toutes les planches du pont amont. Les clous à tête plate ronde ou ovale sont employés pour assembler les virures demi-circulaires aux pièces d'extrémité et les virures rectangulaires –sans assemblage avec des gournables– aux membrures.

3 Observations sur le clouage

- 26 Une autre analyse, celle du clouage par espaces de construction (bordé rive gauche, ponts amont et aval, pièces d'extrémité) a été tentée afin de saisir l'organisation, voire la chronologie, des séquences de construction. Sont ainsi abordés le clouage du bordé rive gauche, l'assemblage des planches des ponts, la fixation des écarts, le clouage des réparations et de la garniture des bordages.

3.1 Le bordé rive gauche

- 27 Quatre clous (1.2, 1.3, 1.6 et 1.49) ont été tordus lors de leur enfoncement dans l'étrave EXB1/2 (**fig. 123**). Sur la face gauche de cette pièce, où le clouage est le mieux conservé, les bordages de section rectangulaire ne sont assemblés que par un clou de longueur réduite (80 mm). En revanche, les bordages de section demi-circulaire sont fixés sur l'étrave par plusieurs clous –2 clous pour le bordage VRG2 et 3 clous pour le bordage VRG4– de longueur importante. Ce second mode de clouage, qui se caractérise par le nombre et la longueur des clous –le plus grand mesure 190 mm– paraît très judicieux compte tenu de l'épaisseur importante des bordages de section demi-circulaire.

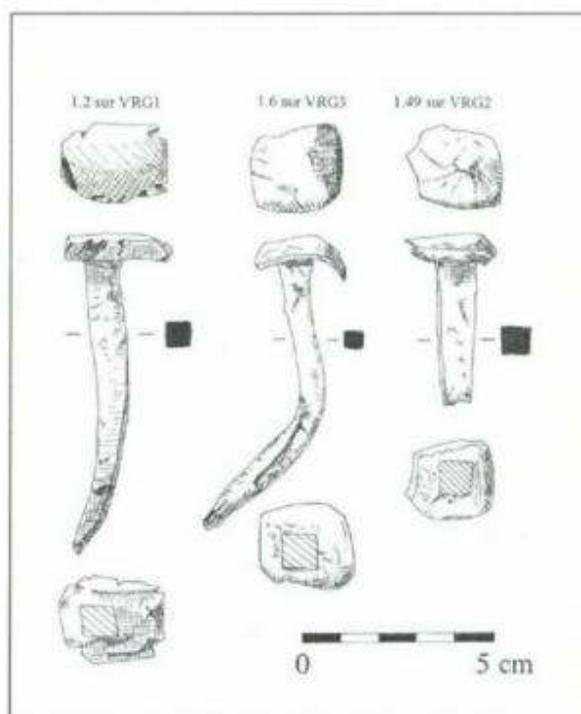


FIG. 123 – Trois clous fixant les abouts des virures du bordé rive gauche sur l'étrave EXB1/2.

3.2 Les planches des ponts

Pont avant

- 28 Rappelons que sur les 8 planches (PLP1 à PLP8) qui forment le pont avant du bateau, 5 étaient conservées en place (cf. **fig. 64**), en relation avec les barrotins TRV1 et TRV2 et le bau traversant TRV3 qui servent de surface d'assemblage par clouage et chevillage.
- 29 Le démontage a permis de recueillir 8 clous (1.86, 1.32, 1.79, 1.85, 1.80, 1.2, 1.83 et 1.84) qui constituent un ensemble homogène. Ils ont une tête plate rectangulaire (excepté le clou 1.86 à tête carrée), leur jambe est droite. La longueur de la jambe, lorsque celle-ci est complète, est de 80 mm. Ce sont donc de longs clous qui s'enfoncent profondément dans le bois.
- 30 Si l'on tient compte de l'ensemble de la séquence de construction -1 : encastrement du bau traversant dans la virure VRG3, 2 : assemblage des barrotins aux membrures, 3 : fixation des planches de pont aux barrotins TRV1, TRV2 et au bau TRV3- on observe que la deuxième séquence fait appel au même type de clous³ que la troisième séquence (**fig. 124**) (clous 1.32, 1.33, 1.13).

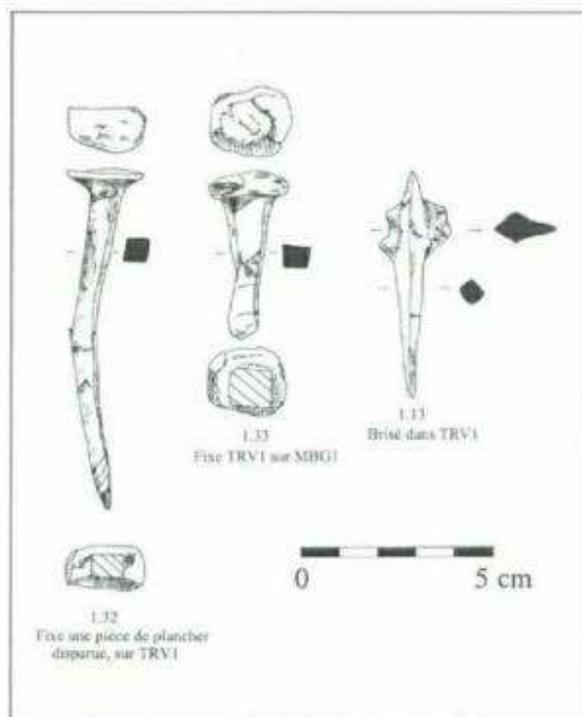


FIG. 124 – Clous présents sur la pièce transversale TRV1.

Pont arrière

- 31 Le démontage des 2 planches retrouvées du pont amont (PLP9 et PLP10, la seule encore dans sa position initiale [cf. **fig. 69**]) a permis d'observer 6 clous. Ils témoignent à nouveau d'une parfaite homogénéité puisqu'ils appartiennent tous à la catégorie des clous à tête plate, jambe droite ou jambe tordue. Leur longueur, lorsqu'elle est complète, varie de 40 à 75 mm.
- 32 La séquence de clouage des planches du pont au bau traversant TRV7 et au barrotin TRV11 est identique, dans le matériel utilisé, à la séquence d'assemblage du barrotin aux membrures. Le clou 1.125 qui lie le barrotin TRV11 à l'allonge MBD10 est en effet un clou forgé à tête plate carrée.
- 33 Ainsi, une première organisation des séquences d'assemblage par clouage paraît pouvoir être identifiée, tout au moins pour les ponts aval et amont. Les barrotins soutenant le pont aval semblent avoir été assemblés, dans un premier temps, aux membrures soit par une entaille, soit par des clous à tête plate carrée. Les planches de ce même pont paraissent avoir été ensuite clouées sur les barrotins et le bau traversant au moyen de clous de type identique. Le pont amont, en dépit de la faible conservation de ses vestiges, semble témoigner du même souci d'homogénéité, tout en utilisant une autre variante de clous à tête plate, puisque ce sont des clous à tête plate rectangulaire qui ont été retrouvés. Notons que sur tous les clous du pont amont, donc du pont associé à l'arrière du bâtiment, des traces de peinture ont été observées.

3.3 Écart et réparations

L'écart de la virure VRG3

- 34 L'écart en sifflet de la virure VRG3 (cf. **fig. 77**) est maintenu par 3 clous (1.115, 1.116 et 1.117) et 3 gournables. Les clous 1.117 et 1.116 sont complets, le clou 1.115 est incomplet. Les clous 1.115 et 1.116 sont des clous à tête plate ronde ou ovale tandis que le clou 1.117 est un clou à tête plate carrée. Le clou 1.115 possède une jambe tordue de petite longueur (83 mm). Le clou 1.116 est un clou forgé dont la tête a 5 côtés. Sa jambe, dont la section supérieure carrée mesure 9 mm de côté, est décentrée. Le clou 1.117 est un clou forgé à tête plate carrée de 18 mm de côté. La jambe est centrée et sa section supérieure carrée mesure 9 mm de côté. Le seul élément qui rapproche ces 3 clous est la longueur de leur jambe puisqu'il s'agit de clous longs de plus de 80 mm (1.115 : 83 mm : 1.117 : 85 mm et 1.116 : 110 mm). Il semblerait que la longueur du clou, et non la forme de sa tête, a été dans ce cas précis le critère de sélection des trois types de fixation.
- 35 Les virures VRG6 à VRG0 sont assemblées à la membrure MBG31 au moyen de gournables et de clous. Chaque virure comporte une gournable. La virure VRG3 est fixée à MBG31 par un clou (1.124) et l'écart observé sur VRD5 est fixé par deux clous en plus sur la membrure (cf. **fig. 79**).

La réparation de la virure VRG11

- 36 La virure VRG11 est réparée grâce à une pièce rapportée de forme triangulaire, clouée sur EXA1 par le clou 1.106. Ce dernier est un clou forgé à tête plate carrée qui présente une double torsion. Sa jambe est décentrée et sa section supérieure carrée mesure 9 mm de côté. Sa longueur est de 100 mm.

La réparation de la virure VRG5

- 37 La garniture encastrée dans la virure VRG5, entre les membrures MBG30 et MBG34 (cf. **fig. 80**), est maintenue par 4 clous (1.100, 1.99, 1.130 et 1.129). Les clous 1.100 et 1.130 sont identiques. Ce sont 2 clous forgés à tête plate carrée dont la jambe est centrée. Ils sont tous deux complets. Le clou 1.100 mesure 95 mm de long et le clou 1.130 a une longueur de 85 mm. Les clous 1.99 et 1.129 sont eux aussi des clous à tête plate carrée. Leur jambe, de section quasi identique (8x9 mm et 9 x 9 mm), est centrée. Ils sont tous les deux incomplets. La distance entre chacune de ces « paires » de clous est identique, soit 46 cm entre 1.100 et 1.130 et 47 cm entre 1.99 et 1.129. Il semblerait donc exister une organisation très rigoureuse du clouage tant au niveau de l'emplacement des clous qu'à celui du choix du type de clous.

3.4 Le clouage particulier de la virure VRG3

- 38 L'assemblage de la virure VRG 3 a été pressentie très vite comme présentant des caractères particuliers (cf. § 3.3.8.3) en raison de l'abondance des clous (15 clous fixant VRG3 aux membrures) (**tabl. XII**).

assembl. de VRG3 à...	gournable	clou	n° inv.	type
EXA1	-	-		
EXA3	-	+	1.138	à tête plate carrée
MBG37	-	-		
MBG36	-	+	1.121	atypique
MBG35	-	-		
MBG34	-	+	1.120	à tête plate ovale
MBG33	-	-		
MBG32	-	+	1.128	à tête plate ovale
MBG31	+	+	1.124	à tête plate carrée
MBG30	-	-		
MBG29	-	-		
MBG28	-	-		
MBG27	+	+	1.98	atypique
MBG26	+	+	1.103	à tête plate carrée
MBG25	+	+	1.127	à tête plate carrée
MBG24	+	-		
MBG23	+	-		
MBG22		non observé		
MBG21		non observé		
MBG20		non observé		
MBG19		non observé		
MBG18		non observé		
MBG17		non observé		
MBG16		non observé		
MBG15	+	+	1.115	à tête plate ovale
MBG14	+	+	1.116	à tête plate ovale
MBG13	+	+	1.117	
MBG12	+	-		
MBG11	+	+	1.118	à tête plate carrée
MBG10	+	-		
MBG9	+	-		
MBG8	-	-		
MBG7	+	+		
MBG6	-	-		
MBG5	-	+	1.7	à tête plate carrée
MBG4	+	-		
MBG3	+	-		
MBG2	+	-		
MBG1	+	-		
EXB1/2	-	+	1.6	à tête plate carrée

TABL. XII – Mode de fixation de la virure VRG3 aux membrures, à l'étrave (EXB1/2), à l'étambot (EXA1) et à la pièce EXA3 (+ = oui ; - = non).

4 Conclusion

- 39 L'étude des clous a apporté des informations précieuses, d'une part sur les pratiques de construction, d'autre part sur les conditions de recouvrement de l'épave. Premièrement, l'examen attentif de la position de chaque clou, de la forme de sa tête et de la longueur de sa jambe, a permis de faire apparaître une organisation logique du clouage. En toute probabilité, le charpentier devait connaître par avance la quantité et le type de clous à commander pour la réalisation de ce type de bâtiment. Deuxièmement, l'observation du faible degré d'altération des têtes de clous et la constatation de l'absence de corrosion sur les jambes sont des indices non négligeables pour apprécier la rapidité du processus d'enfouissement de l'épave. L'excellent état des têtes et des jambes de ces pièces métalliques témoigne à sa manière de l'accumulation en continu autour, dans et au-dessus de la coque.

NOTES

1. Rappelons que les publications sont peu nombreuses. Parmi les études les plus récentes, citons Arnold 1992a : 62-78 ; Goodburn 1992 ; Marsden, 1994 : 51-57 ; Gilmour 1994 : 183-187.

2. Les clous en relation avec l'épave sont ceux qui ont été retrouvés dans leur situation d'origine. Les clous hors épave, mais qui ont vraisemblablement appartenu à cette dernière, ne sont pas pris en compte dans cet ensemble. Les clous en connexion portent toujours un numéro d'inventaire défini comme suit : « 1. » suivi d'un nombre par ordre d'enregistrement. Les clous hors épave portent le numéro d'unité stratigraphique dans lequel ils ont été trouvés : 1008.1 par exemple pour le premier clou enregistré dans l'US1008.

3. Le clou 1.33, bien qu'incomplet, possède une tête plate rectangulaire et une jambe droite.

AUTEURS

CATHERINE CARRIERE-DESBOIS

Assistante d'études à l'Association pour les fouilles archéologiques nationales

VIRGINIE SERNA

Conservateur au musée national de la Marine

Annexe 2 Apport de la dendrochronologie à l'étude de l'épave de Port Berteau II

Catherine Lavier

1 Contexte de l'étude

- 1 L'analyse d'une épave par l'approche dendrochronologique se place dans un contexte toujours délicat, car elle est liée à une catégorie d'objets dits objets mobiles (Lavier, Lambert 1996 ; Gassmann et al. 1996). D'une façon générale, elle cumule maintes difficultés telles que le nombre d'arbres utilisés, la période concernée, le lieu de coupe des arbres par rapport au lieu de la découverte, l'état de conservation du bois, les possibilités d'accès aux cernes...
- 2 Dans notre cas, plusieurs facteurs sont à prendre en compte. Tout d'abord, le bateau, par sa forme et son utilisation, semble issu du bassin charentais ou de sa frange littorale ; ensuite, il est constitué d'un assemblage de pièces de bois en nombre important : les séries chronologiques réalisées à partir de ces bois devaient donc avoir un comportement positif à l'égard des chronologies, même à longue distance, comme ce fut le cas pour l'embarcation d'Orlac par exemple (Lambert, Lavier 1995). Cependant, sa position chronologique, révélée grâce à deux analyses par radiocarbone effectuées dans les années 1984 et 1986 (GIF- 6685 et GIF-7396) nous place dans une large fourchette comprise entre le IV^e et le VIII^e s. Cette période est très partiellement couverte par quelques moyennes locales, dispersées sur la partie nord de la France et d'inégales propriétés dendrochronologiques : les chronologies de puissance significative débutent globalement au VII^e s. (Lambert *et al.* 1996 ; Lambert 1998). Ainsi, les séries qui concernent la période comprise entre le IV^e et le VI^e s. dans le Bassin parisien ont été constituées à partir de quatre sites, ce qui ne représente qu'une trentaine de bois au total (Bernard 1997). Ces difficultés nous ont conduit à collecter des fragments de bois aussi nombreux et variés que possible. Du fait de la structure complexe du bateau et de la succession des campagnes de fouilles –de 1992 à 1996–, les

interventions dendrochronologiques ont été conduites de manière à privilégier l'enregistrement des informations les plus précises et les plus complètes possibles par rapport aux analyses des séquences obtenues : les prélèvements réalisés annuellement étaient hétérogènes en qualité et en quantité ; or, pour les synchronisations, les séries issues de bois sont étroitement dépendantes de leur valeur dendrologique. Par exemple, lors des campagnes 1992-1994 où 96 échantillons (tous en chêne) ont été examinés, plus de 80 % n'avaient pas 20 cernes et seuls 6 dépassaient 50 cernes consécutifs. La collecte des deux campagnes suivantes a heureusement été plus riche, et sur les 64 fragments supplémentaires prélevés, 45 échantillons ont été retenus dont 43 en chêne (*Quercus sp.*). Les deux derniers sont en hêtre (*Fagus sylvatica*) et concernent les pièces nommées SU1 –une pièce non identifiée issue de la campagne 1995– et SER1 –un taquet prélevé lors de la campagne 1996 (cf. § 3.3.9).

2 Observation

- 3 L'état des 43 échantillons de chêne gorgés d'eau méritait une attention particulière, tant au point de vue de la conservation que de la préparation : leur aspect délicat recélait des cernes d'aubier, voire des derniers cernes sous écorce, qu'il fallait absolument préserver. Ces précautions ont permis l'acquisition de la largeur de tous les cernes entiers présents pour chaque pièce. Il s'est cependant avéré que la majorité des bois ne présentait guère plus de 50 années consécutives (**fig. 125**) : seuls 4 possédaient de 60 à 80 cernes et 2 en avaient environ 130. En outre, les croissances annuelles étaient relativement fortes puisqu'elles allaient de plus de 1 mm à près de 4 mm, plus fréquemment de 2 à 3 mm. Enfin, 32 possédaient un aubier partiel, à l'exception de 4 pour lesquels il était complet ; la planche PLP10 du pont arrière –24 cernes au total–, le barrotin TRV1 et les gournables 2 et 3 de VRD2/MBD1 –une dizaine de cernes.
- 4 Un fait important est à noter : la présence d'aubier ne dénote pas forcément une méconnaissance du bois de la part des artisans. La grande cohérence de la structure relativement complexe de la charpente en témoigne, de même que le parfait état de conservation de cet aubier. Par ailleurs, le faible nombre général de cernes ajoute à ce maintien par la présence de bois final en grande quantité. En revanche, il est un facteur défavorable à l'analyse dendrochronologique : les pièces employées sont issues d'arbres jeunes à croissance forte, la plupart d'un diamètre compris entre une dizaine et une trentaine de centimètres, presque tous permettant l'observation de leur moelle ou de sa proximité. On aurait plutôt affaire à des arbres de faible altitude poussant en milieu favorable et très certainement ouvert. Ce genre d'environnement n'est pas très sensible aux variations bio-écologiques de faible amplitude qui pourraient permettre notamment la datation de la construction du bateau (Girardclos 1999).

3 Chronologie relative

- 5 L'étude dendrochronologique doit passer par plusieurs étapes dont l'une est l'intercorrélation entre les séries établies à partir de la largeur des cernes de chacun des échantillons. Les 43 séries constituées pour Port Berteau II ont été confrontées entre elles au moyen du test de concordance des pentes W (Eckstein 1969), auquel on a adjoint une adaptation de la distance euclidienne qui établit le degré de rapprochement entre deux graphes (Lambert, Lavier 1992), et on les a appliqué aux séries représentées

en mode binaire à partir des valeurs brutes en centièmes de millimètres. Parallèlement, on a employé le test t de Student (Baillie, Pilcher 1973) sur les valeurs transformées en indices E (xcept) de Besançon (Lambert, Lavier 1992 ; Gassmann *et al.* 1996).

- 6 Ces calculs, effectués en routine au laboratoire de Chrono-Écologie de Besançon, fournissent la quasi-totalité des synchronisations à partir desquelles les propositions les plus significatives sont conservées. L'expérience du dendrochronologue prend alors le relais pour retenir ou abandonner chacune de ces hypothèses.
- 7 Ces comparaisons faites, des liens entre 27 séries ont été arrêtés et représentés sous la forme d'une séquence moyenne (*cf.* **fig. 125**). La succession de valeurs moyennes de 149 années continues identifiée pour Port Berteau II a été nommée Moyenne 21 (M21), c'est-à-dire que 21 agglomérations successives ont été nécessaires pour attirer de proche en proche ces 27 séries, par deux ou par trois généralement. Les valeurs moyennes de M21 se situent autour des 2 mm annuels avec une tendance continuellement croissante : les conditions environnementales sont donc favorables et sans contrainte ni stress. Le peu de renseignements dont nous disposons sur cette région et sur le milieu forestier de cette époque ne nous autorisent pas à plus d'extrapolation. Signalons tout de même que quelques bois supplémentaires sont contemporains de ceux de M21, mais qu'ils affaibliraient considérablement le taux d'années caractéristiques s'ils étaient agglomérés à cette moyenne. Ce taux, pour les 77 dernières années les mieux représentées de M21, est de 50 %, matérialisé par un parallélisme d'une pente sur deux pour toutes les composantes. Des traitements statistiques spécifiques à notre discipline peuvent, à ce niveau, tenter de rendre les signaux enregistrés par les cernes les plus concordants possibles : cela permet, suivant les cas, d'aboutir à de nouvelles moyennes locales, capables pour certaines de servir de chronologie à plus ou moins longue distance, pour d'autres de n'avoir de comportement positif qu'à l'égard des séquences qui en sont « bio-géographiquement » très proches. Tout dépend du but à atteindre.

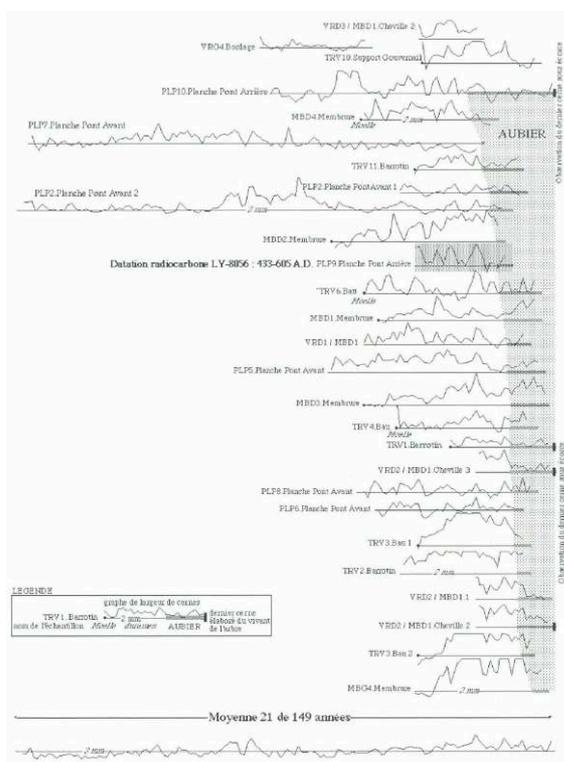


FIG. 125 – Synchronisation des courbes issues des mesures de la largeur des cernes des échantillons de bois, avec représentation de la moyenne résultante (M21). Pour une meilleure efficacité, une datation par dosage du ^{14}C a été réalisée sur un bois (PLP9). Sa séquence, lue dans M21, précise la plage chronologique.

- 8 Il apparaît donc que la majeure partie des bois sont bien contemporains, et il est surtout remarquable de constater que les derniers cernes observés sous écorce se rapportent strictement à la même année, soit l'année relative 149. Les arbres ont donc été abattus à la même période. L'examen des quatre derniers cernes nous permet même de dire qu'ils ont été formés en phase de repos végétatif ce qui témoigne d'un abattage des arbres au cours de l'hiver des années relatives 149/150. À partir de ces éléments, on serait tenté de voir une coupe saisonnière unique impliquant une mise en œuvre immédiate de la construction du bateau après débitage. C'est ce qui semble le plus raisonnable, mais les informations partielles dont nous disposons ne nous permettent pas de dépasser le stade de l'hypothèse la plus vraisemblable. Une trentaine d'éléments synchronisés et contemporains avec seulement quatre dates identiques à l'année ne produisent pas une approbation significative et déterminante au regard des quelque 150 fragments examinés.

4 Datation absolue

- 9 À ce stade, il est nécessaire de confronter M21 aux chronologies susceptibles de rendre ces bois à leur époque. Les deux premières datations isotopiques réalisées nous donnent une indication générale mais ne portent pas sur des bois analysés par dendrochronologie. Aussi un troisième bois qui fait partie de M21, avec une croissance forte et comportant peu de cernes, a-t-il été choisi en 1998 pour un nouveau dosage de son radiocarbone 14. Il s'agit d'un élément de planche du pont arrière nommé PLP9 (cf. § 33.7.2). Les résultats rendus (LY-8056) donnent un âge ^{14}C de 1548 ± 40 BP,

transposable en années calendaires, avec un taux de fiabilité de 95 %, à la période 433-605 AD (**fig. 126**).

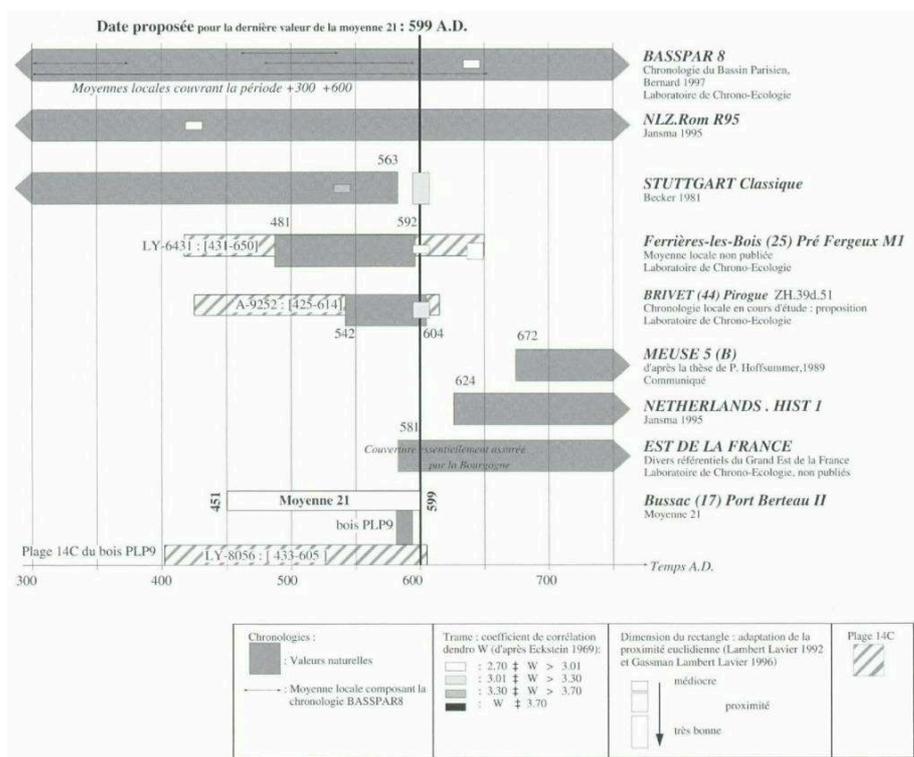


FIG. 126 – Résumé et schématisation des résultats des tests de datation de la Moyenne 21 d'après le test W et une adaptation de la distance euclidienne appliquée sur les valeurs naturelles.

- 10 Cette fourchette, bien que plus réduite, couvre tout de même presque un siècle et demi à cause d'un « plateau » présent à l'endroit de la date ^{14}C sur la courbe de calibration. Ajoutons à cela le manque cruel de référentiels de datation pour la période concernée et la datation à l'année près devient plus hypothétique encore. Les moyennes locales les plus proches géographiquement et ayant valeur de référence se situent dans la région du Brivet (Loire-Atlantique), où des pirogues datées par ^{14}C seraient plus ou moins contemporaines de l'épave de Port Berteau II. Ces études sont en cours et aucun résultat n'est pour l'instant confirmé. Les autres moyennes sollicitées proviennent du Bassin parisien et de l'Est de la France.
- 11 À partir de la même méthode que les tests relatifs effectués sur les séquences individuelles, et à partir des corrélations croisées utilisées sur les moyennes sollicitées – chronologies de référence et séquences locales, que ces dernières soient datées ou encore flottantes –, l'ensemble des résultats semble apporter un élément de réponse en proposant une année pour la dernière valeur de M21 : celle de 599 AD (*cf.* **fig. 126**). Cette proposition est une hypothèse, car les résultats sont assez faibles dans l'ensemble malgré leur recoupement avec les trois moyennes dateuses que sont Ferrières (laboratoire de Chrono-Écologie, non publiée), Brivet (laboratoire de Chrono-Écologie, proposition, en cours d'étude) et Stuttgart (Becker 1981).
- 12 Si notre hypothèse se confirme, on pourra dire que les arbres dont sont issus les bois débités pour la construction du bateau de Port Berteau II ont été abattus durant leur repos végétatif au cours de l'hiver 599-600, avec une mise en service très probable de l'embarcation dans le courant de l'année 600.

5 Conclusion

- 13 Ce n'est pas foncièrement la date de coupe des arbres qui importe dans ce type d'analyse, car ce bateau ne se rattache pas à un contexte anthropique comparable à celui d'un village ; il est échoué dans un environnement qui ne correspond pas à son lieu de construction. Le type des bois employés, leur débitage, leur façonnage, leur assemblage... toutes ces informations sont beaucoup plus favorables à l'enrichissement de nos connaissances sur la construction d'un bateau à la fin du VI^e s. La dendrochronologie est un domaine beaucoup plus ouvert que le seul cadre auquel on le restreint souvent –celui de la simple datation– et il paraît évident que l'échantillonnage est primordial. Une réelle volonté d'un examen le plus complet possible a été manifestée dès les premières campagnes : il aura tout de même fallu examiner plus de 150 fragments de bois pour en retirer 43 échantillons analysables par notre méthode et terminer par seulement 27 séquences synchronisées. Lorsque nous aurons pu confirmer la date, la Moyenne 21 sera retraitée pour éliminer les séquences les plus perturbatrices et devenir à son tour une séquence locale dateuse qui pourrait ne contenir qu'une quinzaine de séquences, par exemple. Ce qu'il faut retenir, c'est qu'il est essentiel de contrôler la valeur dendrologique du maximum de bois présents, afin d'en retirer les renseignements les plus divers, notamment en fonction des questions posées par le site –chronologie relative et absolue, datation, écologie, forêt, analyse du site...–, en particulier quand on a affaire à des époques très peu connues (Girardclos 1999) comme cette période du Haut Moyen Âge (Bernard 1997) ou encore celle de l'âge du Fer (Lavier *et al.* à paraître). Il faut parfois savoir engranger des informations sans en attendre un retour immédiat, ce type de recherche en est l'illustration. Récolter quelques bois pour en « extraire » à tout prix une datation n'aurait absolument pas été significatif, voire utilisable, et occulterait toute indication et donnée utiles au site lui-même –mais également à d'autres sites–, par extrapolation entre autres. Les questions posées par les épaves montrent bien à quel point tendre vers l'analyse de la totalité des bois est indispensable (Guibal 1992).
-

AUTEUR

CATHERINE LAVIER

Ingénieur d'études au CNRS (laboratoire de Chrono-Écologie, UMR 9946)

Annexe 3. Apport de la palynologie à l'étude de l'épave de Port Berteau II

Marie-Fraçoise Diot

1 Introduction

- 1 L'épave de Port Berteau II, située en aval de Saintes, repose à l'envers par 7 m de fond. L'analyse palynologique a porté sur les éléments de calfatage riches en matière organique et sur des carottes de sédiments.
- 2 Le calfatage est destiné à rendre imperméable le joint entre deux planches du bordé. Sa nature a varié selon l'époque, le pays ou le type de bateau. Souvent, il s'agit d'étoupe ou de mousses mises en force qui, en gonflant, permettent une étanchéité des assemblages de bois. Les mousses sont des plantes inférieures qui piègent la « pluie pollinique » représentative des groupements végétaux du lieu où elles poussent. Les mousses, pollens et spores ayant été compactés se conservent bien et ne sont pas détruits dans l'eau. Les joints de calfatage donnent ainsi une idée de la végétation du lieu où le bateau a été construit ou réparé. La présence de nombreuses mousses de calfatage dans le bateau du XVII^e s. trouvé dans une terrasse de la Gironde, à Bouliac, avait permis de faire une étude palynologique précise et d'émettre des hypothèses quant à son lieu de fabrication et son parcours sur le Lot avec pour fil conducteur ses arrêts pour réparation (Diot 1991a ; 1994).
- 3 Dans le cas de Port Berteau II, il s'agit de connaître le type et la nature du calfatage, la manière dont les pollens et spores se sont conservés et ce qu'ils représentent. La présence de microfossiles d'eaux salées a initié une expérimentation sur le contenu de l'eau de la Charente et des sédiments récents, au droit de l'épave située à 4,5 km en aval de Saintes et à environ 65 km de la mer.
- 4 Les pollens et spores, ainsi que l'ensemble du palynofaciès contenus dans des sédiments provenant des carottages proches de l'épave et en dessous de celle-ci, ont également

été étudiés. L'hypothèse formulée est que les prélèvements débutant au niveau actuel du fond de la Charente –à environ 7 m de profondeur– traversent des sédiments anciens. Une reconstitution de l'évolution des groupements végétaux jusqu'à l'Actuel sera présentée à partir des résultats palynologiques.

2 Le calfatage

- 5 Lors des plongées, de nombreuses traces de calfatage ont été observées sur l'épave. À certains endroits, elles sont très abondantes, débordant les arêtes externes du joint. « Ce calfatage est constitué d'une étoupe végétale de couleur brun clair. Lors des prélèvements, plusieurs caractéristiques particulières à cette étoupe ont été relevées. D'une part, l'étoupe a été mise en place dans le joint séparant deux bordages à partir de la face externe du bordé. D'autre part, cette étoupe, en apparence non filée, est très tassée dans le joint, indice vraisemblable, mais non obligatoire, d'un enfoncement forcé. Enfin les joints semblent présenter une coupe en biais (joint de calfat) destinée à faciliter la mise en place de l'étoupe. Ce mode de calfatage présente la plupart des caractéristiques classiques du calfatage des coques à franc-bord de structure "membrure première" de tradition maritime. En revanche, il est très différent de celui attesté habituellement dans la construction navale fluviale » (Rieth *et al.* 1996 : p. 202).

2.1 Les prélèvements

- 6 Huit échantillons ont été prélevés (**fig. 127**) :
- échant. 1, entre les virures VRG2 et VRG3, au contact de la pièce d'extrémité EXA1 ;
 - échant. 2, entre les virures VRG2 et VRG3, au droit de la pièce transversale TRV10 ;
 - échant. 3, à la liaison des virures VRG3 et VRG4, entre les membrures MBG31 et MBG32 ;
 - échant. 4, à la liaison des virures VRG2 et VRG3, entre les membrures MBG23 et MBG24 ;
 - échant. 5, pris entre VRD4 et VRD3, à 42 cm de la râblure ;
 - échant. 6, pris entre VRD4 et VRD4a, à une distance de 113 à 125 cm de la râblure ;
 - échant. 7, carré 6352, entre VRD4 et VRD4a ;
 - échant. 8, sur la face aval de TRV10, ne correspond pas tout à fait à un calfatage, mais à un revêtement posé sur le bois, peut-être une trace de peinture de protection.

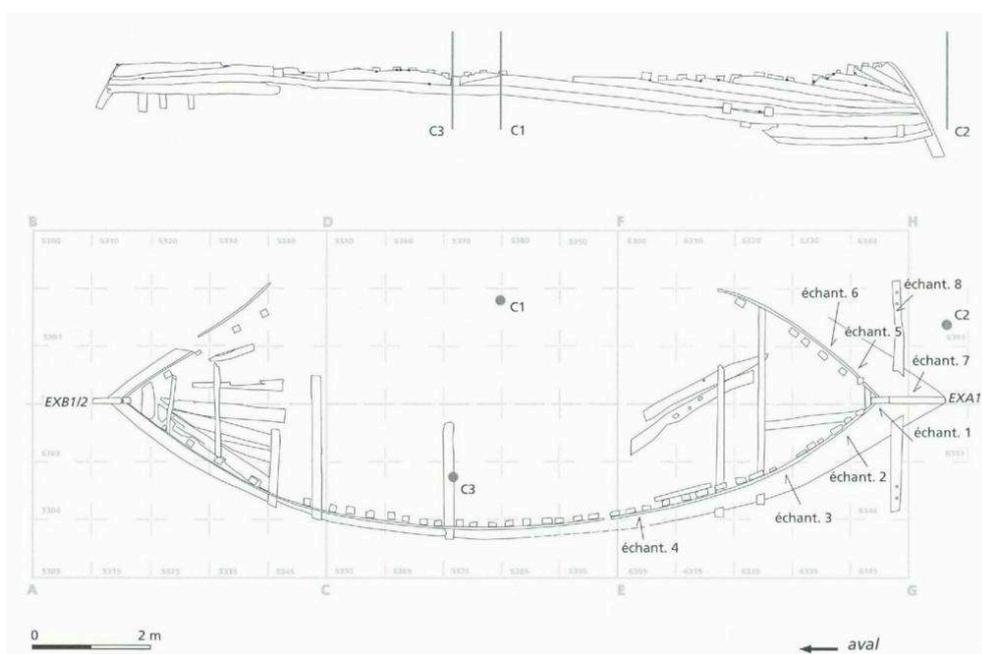


FIG. 127 – Emplacement des échantillons de calfatage et des carottes.

- 7 Les prélèvements ont été emballés directement sous l'eau et mis à l'abri de la lumière et du froid par les archéologues, ce qui a évité la formation de moisissures préjudiciables à la bonne conservation du matériel sporo-pollinique. En effet, celles-ci se développent en milieu oxydant, et cassent les liaisons chimiques de la sporopollénine, constituant de la paroi des pollens et spores.
- 8 D'après les échantillons, les calfatages n'ont sans doute pas tous la même origine. Certains peuvent avoir été mis en place lors de la construction mais aussi lors de réparations éventuelles. En effet, le rechargement a pu être fait plus tard, dans un chantier différent de celui de construction. Aussi, les prélèvements ont été observés à la loupe binoculaire puis analysés de manière séparée. Ils ont en commun une forte charge en matière organique d'origine végétale et diffèrent par la teneur en matières minérales –argile, limon ou sables– et par la taille des débris ligneux. La taille des débris végétaux est d'ordre millimétrique, rarement décimétrique. Ce sont des tiges de monocotylédones ou des tiges feuillées de mousses ayant subi une évolution qui empêche de bien discerner les tissus. Des débris ligneux sont également présents – brindilles de bois jusqu'à 0,5 cm de diamètre –, souvent beiges et souples. Les débris végétaux formant un amalgame organique sont trop abîmés pour que l'on sache s'il s'agit d'étoffe vraie, c'est-à-dire de cordages de lin ou de chanvre qui, d'ailleurs, sont eux-mêmes des végétaux.

2.2 Les préparations physico-chimiques

- 9 Corinne Tixier, technicienne spécialisée en palynologie, a préparé les échantillons au laboratoire du Centre national de Préhistoire. Des méthodes propres aux mousses et aux sédiments à dominante minérale existent, mais pour l'épave de Port Berteau II, un procédé intermédiaire a été nécessaire.
- 10 Les sédiments étant très argileux, l'emploi de l'hexamétaphosphate de sodium, qui est un dispersant, s'est révélé utile malgré l'élimination préalable du calcaire par l'acide

chlorhydrique. Les débris végétaux les plus gros, gênants pour l'observation microscopique, ont été éliminés par un tamisage à 250 µm. La destruction de la matière organique soluble s'est faite par une base diluée à chaud, puis les particules siliceuses, nombreuses, ont été attaquées par l'acide fluorhydrique suivi par l'acide chlorhydrique à chaud. Le culot ainsi obtenu, monté entre lame et lamelle après coloration à la fuchsine, a été observé au microscope optique à des grossissements allant jusqu'à 1000.

- 11 L'examen des pollens a été considérablement gêné par la présence de globules irréguliers de couleur jaune à brun en passant par le rouge foncé, dont la taille est comprise entre 10 et 60 µm avec une moyenne de 40 µm. Présents dans tous les échantillons, ces globules doivent provenir d'un constituant du calfatage ou d'un brai qui recouvre l'étope. Des attaques par l'acétone et le trichloréthylène ont fait disparaître complètement ces globules, qui sont donc des graisses ou des goudrons. Il est à noter que l'échantillon 8 qui est un revêtement sur le bois de TRV10, contient aussi des globules jaunes ; dans ce cas, il s'agit d'un enduit de protection.

2.3 Le palynofaciès

- 12 Les préparations physico-chimiques permettent d'isoler les matières organiques amorphe et figurée qui contiennent les pollens, les spores et autres constituants végétaux ou animaux ; l'ensemble constitue le palynofaciès (Diot 1991b), qui a été étudié au microscope.
- 13 Pour le calfatage (**tabl. XIII**), la matière organique amorphe, inférieure à 5 µm, s'est conservée ici car la cohésion et/ou la protection des végétaux a empêché sa dilution dans l'eau. La matière organique figurée sélectionnée par les préparations physico-chimiques est inférieure à 250 µm et comprend tous les autres constituants, y compris les pollens. Les microdébris végétaux, généralement nombreux et plus ou moins bien conservés, sont des cellules, tissus végétaux qui ne peuvent être déterminés avec précision. Les microdébris opaques à la lumière transmise du microscope sont ici des charbons de bois, peu nombreux dans tous les cas. Les spores de champignons, indicatrices d'une activité microbologique, sont rares excepté dans l'échantillon 1, de même que les spores de mousses, révélatrices de la présence directe de ce végétal ; il faut noter que leur dispersion est infime dans la nature.

	échant. 1	échant. 2	échant. 3	échant. 4	échant. 5	échant. 6	échant. 7	échant. 8 (revêtement)
nature organique amorphe inférieure à 5 µm	beaucoup	beaucoup	beaucoup	très peu	un peu	un peu	un peu	0
débris végétaux inférieurs à 250 µm								
quantité	nombreux	nombreux	nombreux	moyen	assez nombreux	nombreux	nombreux	un peu
caractéristiques	bien conservés	bien conservés	déchiquetés	bien conservés	déchiquetés	déchiquetés	divers	divers
microcharbons								
quantité	rare	rare	rare	rare	rare	rare	un peu	rare
caractéristiques	divers	divers	arrondis	arrondis	anguleux	arrondis	divers	divers
foraminifères	1	2	3	0	0	2	0	0
dinoflagellés	2	0	1	0	0	0	0	0
spores de champignons								
	assez nombreuses	rare	rare	très rare	0	rare	0	0
spores de mousses	très nombreuses	un peu	rare	rare	0	un peu	rare	0
pollens et spores de fougères								
test	++	+++	+	+	0	0	+	0
conservation	bonne	bonne	assez bonne	assez bonne			assez bonne	
nombre de taxons	13	22	9	8			7	

TABL. XIII – Principaux éléments du palynofaciès des échantillons de calfatage.

2.4 Les micro fossiles

Les micro fossiles anciens

- 14 Le plus intéressant dans ce calfatage est l'observation de plancton d'eaux salées. Ces microfossiles, sélectionnés par les préparations physico-chimiques en raison de leur nature organique, ressemblent à des pollens, tant par leur forme que par leur taille (entre 5 et 200 μm). Ces palynomorphes non polliniques qui ont une origine et/ou un milieu de vie particuliers, couvrent généralement un laps de temps important. Ils ne sont donc que des marqueurs écologiques dont la détermination précise est délicate et ne fait pas l'objet de notre étude.
- 15 À Port Berteau II, on note la présence d'algues d'eaux douces de type Concentricystes de la famille des Pseudochizeaceae et surtout celle de dinoflagellés et de foraminifères. Pour ces derniers, il s'agit de la partie organique tapissant les loges du test calcaire, ce dernier ayant été détruit avant ou lors de la préparation physico-chimique. Ces loges organiques de taille variable, agencées en colimaçon, se retrouvent dans les lames préparées pour les pollens et spores. Ces algues n'ont pas été déterminées avec certitude, mais ce sont toutefois de très bonnes indicatrices d'eaux salées.
- 16 Sur les lames, les dinoflagellés sont transparents ou, comme les pollens et spores, colorés en rose par la fuchsine. La plupart sont d'origine marine et peuvent être identifiés par des spécialistes ; ici, seul Tasmanites, facilement reconnaissable et indicateur d'eaux saumâtres, a été décompté, les autres dinoflagellés ont été regroupés. L'analyse du palynofaciès des huit échantillons met en évidence la particularité du n° 8 (revêtement sur le bois de TRV10) qui n'a en commun avec les autres que la présence de graisse ou de goudron mélangé à quelques débris végétaux. Les sept échantillons de calfatage ont chacun une composition particulière. Cependant, 1, 2 et 3 dont le palynofaciès présente des caractères proches laissent supposer que leur mise en place s'est faite en même temps, peut-être lors de la construction ; la présence de microfossiles d'eaux salées peut faire penser à un lieu proche de la mer. Les échantillons 5 et 7, en revanche, ont des particularités communes dont l'absence de microfossiles marins ; ils peuvent provenir d'un autre secteur de la Charente peu affecté par la marée. Toutefois, ces hypothèses ne reposent que sur quelques individus, et il ne faut pas oublier que l'absence observée n'est pas significative d'absence véritable.
- 17 L'hypothèse que l'eau de mer ait apporté des microfossiles lorsque le bateau naviguait, est la moins plausible. Comment ces microfossiles marins sont-ils arrivés dans le calfatage ? Comme celui-ci a été mis en force, tassé entre les bois, protégé par un produit à base de graisse ou de goudron, il semble qu'ils proviennent des végétaux d'origine. L'eau et l'atmosphère au moment de la mise en place du calfatage devaient être salées et ont plus ou moins baigné les végétaux.

Les microfossiles actuels

- 18 En général, les microfossiles sont amenés par l'océan Atlantique avec la marée ou les poissons, mais qu'en est-il actuellement au niveau de l'épave ?
- 19 Pour répondre à cette question, nous avons prélevé de l'eau de la Charente et des sédiments actuels ou subactuels au droit de l'épave de Port Berteau II. L'analyse palynologique n'a pas été réalisée car les pollens et spores, bien que conservés, ne sont

pas représentatifs d'une sédimentation normale. Les quatre échantillons étudiés montrent une surreprésentation de pollens de pins figurant parmi les plus résistants.

- 20 Le premier prélèvement consiste en de l'eau pompée pendant 20 mn puis filtrée à 5 µm. Les microdébris ont été observés au microscope, des pollens variés sont apparus mais aucun microfossile. Un prélèvement a également été fait dans l'eau plus ou moins stagnante au bord de la Charente, dans une pellicule superficielle qui se formait autour des lentilles d'eau. Cet échantillon contient des pollens en assez mauvais état de conservation avec une majorité de pins, des algues d'eaux douces, des débris végétaux et animaux –insectes et acariens. Aucun microfossile marin n'a été décelé. Pour l'étude des sédiments actuels en cours de formation, deux échantillons ont été choisis. Le premier, recueilli à 7 m de profondeur sur la bêche ayant protégé le site depuis la fouille de l'année précédente, a été traité comme les sédiments des carottes, après enlèvement des graviers, coquilles de moules et branchages divers. Des pollens ont été observés, mais en plus faible quantité que dans l'eau précédemment étudiée, ainsi que deux individus de *Tasmanites*, dinoflagellés des eaux saumâtres. Le deuxième échantillon analysé correspond au sédiment fin déposé dans une bouteille de bière qui gisait sur le lit du fleuve, il peut représenter une sédimentation de plusieurs années, donc plus longue que l'échantillon précédent. Ce sédiment contient également des pollens, en majorité des pins et des *Tasmanites* (trois exemplaires). Bien que cette expérience soit réduite par rapport au temps de sédimentation, elle montre qu'actuellement la Charente ne contient à cet endroit que des microfossiles d'eaux saumâtres.
- 21 En conclusion, les microfossiles marins –dinoflagellés et foraminifères– présents dans les échantillons de calfatage laissent à penser que ce bateau a été construit dans une zone littorale ou estuarienne, donc proche de la mer.

2.5 L'analyse pollinique

Du calfatage

- 22 Les pollens et spores décomptés dans le calfatage sont une image de la végétation du lieu où les végétaux ont été récoltés lors de la construction du bateau ou de ses réparations. Ce matériel ne s'est pas bien conservé dans tous les échantillons analysés. Seuls les n^{os} 1, 2 et 3, présentant des caractères macro- et microscopiques semblables, seront pris en considération ; les assemblages polliniques, peu différents, ont été totalisés. Les pollens les plus fréquents sont ceux de chénopodiacées (20,5 % du total), plantes dont certains genres supportent les eaux saumâtres et poussent le long du littoral ou des estuaires, comme les salicornes, la soude et la bette maritime. Les pollens d'arbres rencontrés sont l'aulne (*Alnus*) typique de bords de rivière, mais aussi le chêne à feuilles caduques (*Quercus* de type pédonculé-pubescent), le noisetier (*Corylus*), le hêtre (*Fagus*), le pin (*Pinus*), l'orme (*Ulmus*) et le tilleul (*Tilia*). Les pollens de plantes de prairies sont variés : graminées, brassicacées, apiacées, plantaginacées, polygonacées, etc. Les prairies sont un peu humides, il n'y a pas de trace de rosacées ni de typhacées, mais de cypéracées (5,3 %). On note également la présence de pollens de céréales qui indiquent nettement une mise en culture de la zone environnante. Les spores de fougères ont un taux de 15,3 %.

- 23 En conclusion, les taux de pollens d'arbres et les spores de fougères marquent la présence de zones boisées vraisemblablement clairsemées mais diversifiées, dominées par le chêne, dans une région cultivée.

Des mousses actuelles

- 24 Il s'est avéré utile de comparer le contenu sporo-pollinique du calfatage organique du bateau avec des mousses actuelles qui sont de bons capteurs de la pluie pollinique et reflètent donc les paysages alentours. Le prélèvement de mousses a été fait au droit de l'épave, sur les berges de la Charente. Actuellement, le paysage est très modelé par l'Homme, les cultures sont dominantes comme, par exemple, le maïs dans la plaine alluviale. La rive droite, plus escarpée, est boisée avec chênes (*Quercus*) et charmes (*Carpinus*) dominants. Les berges sont entretenues, les arbres sont spontanés comme le frêne (*Fraxinus*) et l'aulne (*Alnus*), ou plantés : le peuplier (*Populus*) et le saule (*Salix*).
- 25 La mousse actuelle reflète bien cet environnement mis en culture avec un taux de poacées de 18,9 %, la présence de pollens de céréales et de plantes rudérales*, mais pas de chénopodiacées et peu de cypéacées (1,7 %). Les pollens d'arbres les plus nombreux sont ceux du pin maritime (*Pinus pinaster*), ce qui est normal ; ils se retrouvent même s'ils poussent éloignés du lieu de prélèvement. Les autres pollens d'arbres sont ceux du chêne (20,6 %), de l'aulne, du noisetier, du charme, de l'orme, du noyer (*Juglans*) et de plusieurs arbustes dont la vigne (*Vitis*), le fusain (*Evonymus*) et le cornouiller (*Cornus*). Le hêtre ne se manifeste que par un seul pollen.

La comparaison

- 26 La comparaison entre les contenus sporopolliniques de la mousse actuelle et du calfatage témoigne de deux environnements différents. Le premier reflète les paysages cultivés de Charente à chênaies diversifiées et rives entretenues. Le deuxième traduit le paysage du haut Moyen Âge d'une région cultivée avec des chênaies où le hêtre devait côtoyer les autres arbres. De plus il comportait probablement des berges avec des zones inondées et une végétation hygrophile liées à des eaux stagnantes.

3 Les carottages

- 27 L'épave de Port Berteau II repose sur le fond actuel de la Charente et n'a pas été démolie, car dans ce secteur les courants ne sont pas agressifs. Les sédiments situés autour et en dessous de l'épave étant probablement contemporains ou plus anciens que le VII^e s., des carottages jusqu'au socle du lit de la Charente ont donc été envisagés.

3.1 L'emplacement des carottages

- 28 Lors de la dernière campagne de fouille en octobre 1997, Étienne Champelovier et Jean-François Mariotti ont prélevé trois carottes sous l'eau, à 7 m de profondeur, à l'aide de tubes PVC de 10 cm de diamètre enfoncés jusqu'à la résistance du substrat.
- 29 La carotte C1 se trouve dans le carré 5370 sur ce qui correspond à la fracture en rive droite du bordé, depuis la surface actuelle à -4,58 m NGF sur 0,95 m de long jusqu'au fond de la Charente. La carotte C2, située dans le carré 6361, est donc hors gabarit, à

environ 1,5 m de l'arrière de l'épave, depuis la surface à -4,60 m NGF et sur une profondeur de 1,24 m. Étant faite de la surface actuelle au substrat, elle peut donner une séquence complète sans être perturbée par l'épave. La carotte C3 prélevée dans la berme sous TRV5, à l'intersection des carrés 5364/5374, correspond probablement à la sédimentation contemporaine de l'échouage ou légèrement antérieure ; sa hauteur est de 30 cm, le sommet étant situé à -5,87 m NGF.

3.2 La lithostratigraphie FIG. 128

Carotte C1

- 30 De -5,35 m à -4,66 m NGF, le sédiment argileux constitue le bri, appellation pour la Charente de dépôts argileux fluviomarins issus de la décomposition des calcaires secondaires du substrat. Ce bri affecte des couleurs et des faciès variés. Ici, il est formé d'argiles silteuses à lamines irrégulières subhorizontales dont l'ensemble est brun grisâtre selon le code de couleurs Munsell (2,5 Y 5/4) avec des passées silto-sableuses gris olive (5 Y 5/2). Au sommet, sur 8 cm, une accumulation peu cohérente de graviers et de coquilles plus ou moins brisées correspond à une sédimentation actuelle et/ou récente de débris grossiers, les fins ayant été emportés plus en aval. Cette zone n'est donc pas propice à une analyse palynologique.

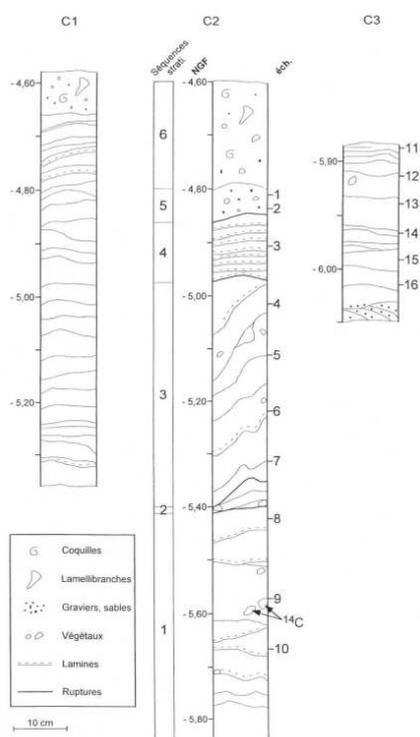


FIG. 128 – Lithostratigraphie des trois carottes avec emplacements des échantillons palynologiques.

Carotte C2

- 31 Bien que prélevée en arrière de l'épave, elle semble la plus intéressante car elle présente sur 1,24 m des types de sédimentation variés avec des ruptures bien visibles

en stratigraphie. Des datations radiométriques sont réalisables, plusieurs niveaux ayant conservé des fragments de bois.

- 32 De la base au sommet, six séquences ont été décrites.
- 33 ● Séquence 1, de -5,84 m à -5,40 m NGF (échant. 10, 9, 8)
Ici se retrouve le type de sédimentation observé dans les carottes C1 et C3, à lamines subhorizontales légèrement irrégulières, mais avec un granoclassement visible aussi par la couleur : gris olive (5 Y 4/2) pour la majorité silteuse et gris olive clair pour les lits sableux (5 Y 6/2). Dans cette section, des morceaux de bois sont perceptibles à environ -5,59 m NGF et en quantité trop faible pour être soumis à l'analyse radiométrique classique mais suffisante pour la méthode par accélérateur.
- 34 ● Séquence 2, à -5,40 m NGF (pas d'échantillon palynologique)
Elle est formée d'une passée irrégulière encadrée par deux ruptures nettes de sédimentation ; épaisse de 1 à 5 cm, elle est composée d'argile silteuse et comporte des petits morceaux de bois flottés mais en trop faible quantité pour une datation au ¹⁴C, même par l'accélérateur.
- 35 ● Séquence 3, de -5,40 m à -4,96 m NGF (échant. 7, 6, 5, 4)
Les dépôts argilo-silteux forment des lits irréguliers et déstructurés mis en place par des turbidites ; le sédiment très compact est de couleur grise (5 Y 5/1). L'agencement des lits fait penser à une pente dans un seul sens. Des graines noires, mal conservées et gorgées d'eau ont été trouvées au sommet de cette séquence, à -5,00 m et -5,09 m NGF.
- 36 ● Séquence 4, de -4,96 à -4,82 m NGF (échant. 3)
Le sédiment, toujours argilo-silteux, s'ordonne en sept lamines régulières formées chacune par une vase fine, organique, et un fin niveau grossier à la base déposé par granoclassement. Les couleurs sont alternativement en zones régulières brun grisâtre (2,5 Y 5/4) et gris olive (5 Y 5/2). Ces lamines horizontales et de même épaisseur indiquent un milieu de sédimentation calme. À la base, comme au sommet, une rupture est visible, il y a donc probablement eu des érosions.
- 37 ● Séquence 5, de -4,82 à -4,78 m NGF (échant. 2, 1)
L'argile silteuse comporte des débris végétaux épars non ordonnés en lamines. Le sédiment est gris foncé (5 Y 4/1). La rupture avec la séquence 4 est nette et non horizontale.
- 38 ● Séquence 6, de -4,78 à -4,60 m NGF (pas d'échantillon palynologique)
L'amas de graviers et coquilles correspondant à la sédimentation récente de la Charente est plus important que dans la carotte C1 puisqu'il atteint 18 cm.

Carotte C3

- 39 Ayant été prélevée sous une travée, elle ne contient pas, au sommet, d'amas coquillier récent.
- 40 Sur sa totalité, de -6,09 m à -5,87 m NGF, le sédiment argilo-silteux est ordonné en lames irrégulières subhorizontales assez semblables à celles observées dans la carotte C1 et à la base de C2. Sur les 3 cm de la base, le dépôt de lamines est très irrégulier, mélangé de sables ; le substrat semble être atteint.

3.3 L'analyse palynologique

- 41 La carotte C2 a été privilégiée par rapport à C1 parce que plus longue et variée. La carotte C3, également analysée, semble faire suite ou recouper la base de C2. Tous les échantillons ont été préparés selon la méthode classique pour les sédiments à dominante minérale. L'acide chlorhydrique a permis d'éliminer le calcaire contenu dans ces argiles silteuses –ou bri– puisque provenant des sédiments issus des calcaires secondaires. L'acide fluorhydrique puis une action de l'acide chlorhydrique à chaud ont entraîné la destruction de la partie siliceuse des argiles. Le matériel organique, dont les pollens et spores, a ensuite été sélectionné par séparation dans la liqueur de Thoulet de densité 2. Le palynofaciès, c'est-à-dire l'ensemble de la matière organique du sédiment, a été observé au microscope, en particulier les microfossiles marins et d'eaux douces.

Le diagramme

- 42 Les résultats de l'analyse palynologique des deux carottes sont figurés sous forme d'un diagramme établi par le logiciel Gpal 3 (fig. 129). Selon la profondeur sont indiqués les pourcentages de chaque taxon* végétal calculés en fonction du total des spores et pollens décomptés ; à la suite ont été ajoutés les taux des microfossiles, chiffrés à part sur ce même total. La courbe des pollens d'arbres (AP) est figurée par rapport au total des arbres et des plantes herbacées plus les fougères. Dans ce diagramme, deux histogrammes palynologiques ont été figurés au sommet, pour comparaison : celui des mousses actuelles, représentant la végétation environnant l'épave, et celui du calfatage, regroupant les échantillons analysés.

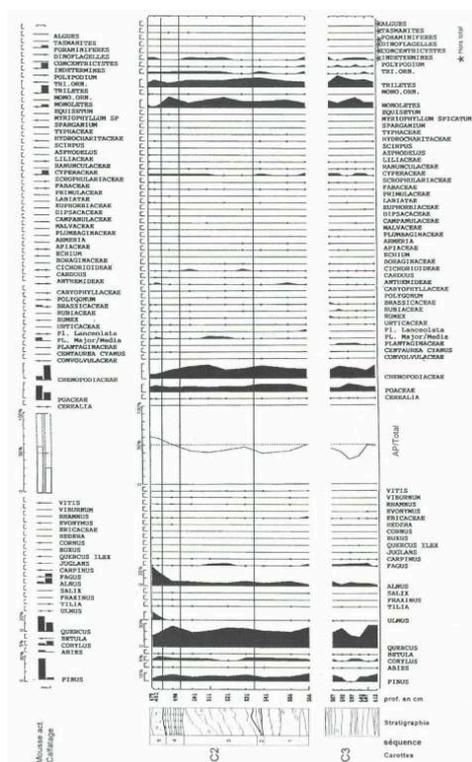


FIG. 129 – Diagramme palynologique des échantillons (logiciel Gpal 3).

- 43 Les fluctuations des courbes de pourcentages, pour chaque taxon végétal, sont assez uniformes. Il n'y a pas de coupures, en particulier entre la base de la carotte C2 et le

sommet de C3. Seuls les échantillons 1 et 2 se différencient de l'ensemble. Dans ce dernier, les pollens d'arbres sont dominés par ceux du chêne à feuilles caduques (*Quercus pedunculata pubescens*) (de 15 à 30 %) ; le chêne vert (*Quercus ilex*) est représenté par quelques pollens. Le pin (*Pinus type pinaster*) est à taux constant et inférieur à 10 % et le noisetier (*Corylus*) ne dépasse pas 6 %. Les autres arbres : tilleul (*Tilia*), frêne (*Fraxinus*), saule (*Salix*), sapin (*Abies*), bouleau (*Betula*), charme (*Carpinus*) et orme (*Ulmus*) sont faiblement représentés ; le hêtre (*Fagus*) est en courbe continue et inférieure à 5 %.

- 44 Les pollens de plantes herbacées sont très divers. Les chénopodiacées dominent (18 %), suivis des graminées (*Poaceae*). Les céréales sont présentes en continu dans l'ensemble. Les spores de fougères sont variées et leur répartition s'équilibre entre les spores de type monolète et trilète. Les plantes de lieux humides sont en faible proportion, certes, mais représentent cependant plusieurs milieux : cypéracées, typhacées, *Scirpus* et *Sparganium* caractérisent les bords des eaux ; liliacées, renonculacées et asphodèle les prairies humides. *Myriophyllum* et *Hydrocharis* sont liées aux mares avec de l'eau libre en permanence (fig. 130).

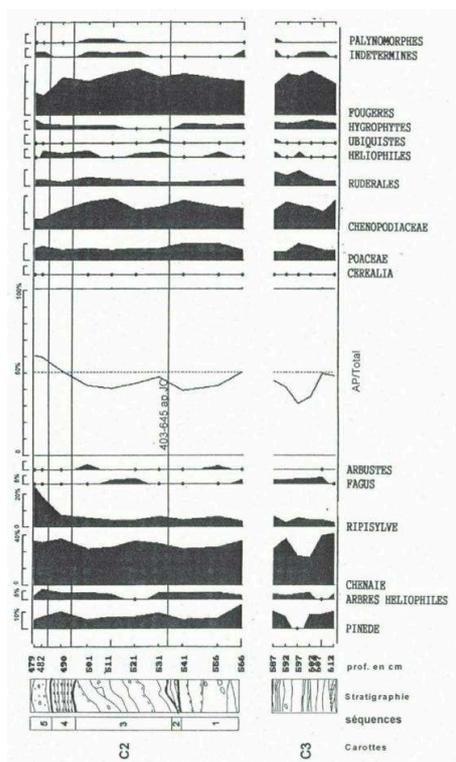


FIG. 130 – Diagramme partiel des groupes polliniques liés à l'eau (logiciel Gpal 3).

- 45 Les échantillons 1 et 2 au sommet de C2 s'individualisent par des taux plus importants d'aulne qui passent à 19 et 20 % alors que dans l'ensemble ils sont inférieurs à 10 %. De même l'orme, dont la fréquence n'excède pas en général le seuil de 1 %, atteint ici 5 et 11 %. En revanche, les spores de fougères et de chénopodiacées sont en régression.

L'interprétation du diagramme et la datation

- 46 Si l'on compare les résultats polliniques à la lithostratigraphie des carottes, des faits très significatifs apparaissent :

- la totalité de C3 et la majorité de C2 ne se marquent pas par des changements polliniques donc de groupements végétaux des milieux locaux ; la sédimentation a dû se faire rapidement en C3 et dans les ensembles sédimentaires 1, 2, 3 et 4 ;
- la double rupture très bien visible vers -5,40 m NGF (ensemble 2) avec arrivée de bois flottés et de graviers et/ou reprise de sédiments n'est pas visible dans le diagramme par un changement de végétation entre les échantillons 7 à -5,31 m et 8 à -5,41 m NGF ; cet épisode doit correspondre à une crue brusque et de courte durée ;
- l'ensemble sédimentaire 4, à lamines très régulières sur 18 cm dans la carotte C2, n'apparaît pas dans le diagramme ; il s'est mis en place rapidement sans changement dans l'environnement végétal ; il peut donc se rapporter à un milieu protégé (par l'épave ?) où le dépôt s'est fait avec alternances de lits argilo-silteux et plus sableux selon un rythme supposé annuel.
- l'ensemble sédimentaire 5, situé au sommet de C2 sous l'amas de graviers et coquilles actuelles, se différencie par une variation de milieu, l'aulne et l'orme dominant le chêne et le pin ; les collines semblent moins boisées et la plaine alluviale moins marécageuse (baisse des chénopodiacées); cet ensemble peut se trouver dans une période intermédiaire entre sous ; cette période n'est pas l'actuelle, spectre pollinique de la mousse caractérisé par la prédominance du pin (25 %), la rareté des pollens d'aulne et de hêtre. Il faut bien remarquer que cet épisode n'est pas complet puisque encadré par des ruptures à la base et au sommet.

47 La datation absolue réalisée par J. Evin (LYON-943) effectuée sur un fragment de bois gorgé d'eau à -5,59 m NGF est en âge calibré de 403 à 648 ap. J.-C. avec un maximum de probabilité à 534 (âge ^{14}C : 1570 ± 50 BP). Nous émettons l'hypothèse que la quasi-totalité des carottes C2 et C3 (de -4,60 m NGF jusqu'à la base) représente une période autour du VI^e s., sans changement notable de paysage. Au-dessus, de -4,60 m à -4,80 m NGF (dans C2), il s'agirait du haut Moyen Âge ou postérieure.

3.4 Reconstitution des paysages anciens

48 L'analyse palynologique des carottes C2 et C3 permet d'avoir une image des paysages au VI^e s. différents de l'actuel. Les pins devaient être moins abondants ou plus éloignés qu'actuellement sachant que leurs pollens, grâce à des ballonnets remplis d'air, peuvent provenir d'une grande distance. Les collines, et en particulier celle de la rive droite, devaient être boisées par une chênaie diversifiée qui, outre les chênes à feuilles caduques, comportait de l'orme, du tilleul, du charme, du chêne vert, du noyer, des arbustes tels la bourdaine (*Rhamnus*), du fusain (*Evonymus*) et des éricacées. Les fougères signalent des sous-bois et des clairières. Une mention particulière doit être donnée au hêtre qui pousse dans la chênaie. Au VI^e s., cet arbre devait être beaucoup plus abondant qu'actuellement, où il est pratiquement absent de la Charente-Maritime (Rey 1974). Autour du site de Port Berteau II, nous avons trouvé de rares hêtres sur la rive droite, et un seul pollen est présent dans les mousses. Dans les sédiments, leur taux maximum est de 4,2 %, avec cependant une présence constante dans tous les échantillons. L'étude palynologique de deux tourbières proches de Saintes (Marambat 1992) démontre qu'il apparaît vers 3500 BP et que vers 2000 BP, soit environ 0 de n.è., il décline, les taux variant alors de 1 à 5 %. La stratigraphie de ces tourbières n'est pas assez précise et datée pour savoir ce qu'il en est au VI^e s. Plus au nord, dans le marais breton-vendéen (Bernard 1996), le hêtre est bien représenté

à 1670 ± 130 BP, puis il a fortement régressé à 1130 ± 110 BP et a pratiquement disparu à 720 ± 120 BP. Ceci est en accord avec la date de 1270 ± 50 BP de Port Berteau II.

- 49 La plaine alluviale n'avait pas l'aspect uniforme qu'elle a maintenant avec les cultures extensives, mais offrait des bosquets de bouleaux (*Betula*) et de noisetiers avec, le long des berges, des aulnes, saules (*Salix*), obiers (*Viburnum*) et roseaux. Les prairies humides étaient présentes, ainsi que des zones marécageuses et des mares à eau permanente. Actuellement, cette diversité de plantes liées à l'eau ne se retrouve pas, aussi posons-nous l'hypothèse de berges non entretenues ni canalisées permettant le débordement des eaux de la Charente. La plaine alluviale était cultivée avec des champs de céréales, de légumineuses (fabacées) et probablement des zones en friches car les plantes rudérales sont très diversifiées : urticacées, rubiacées, polygonacées, astéracées, plumbaginacées, dipsacacées..., ainsi que des plantes plus spécifiquement liées aux cultures : plantain lancéolé, centaurees, liserons (*Convolvulus*), rumex... Il ne semble pas y avoir de cultures dominantes (le taux de céréales est faible), elles étaient probablement disposées en mosaïque.
- 50 L'analyse palynologique de l'étope du calfatage donne exactement la même reconstitution des paysages que les sédiments des carottages : dominance du chêne, rareté du pin, présence du hêtre et plaine alluviale diversement mise en valeur avec des zones humides.

3.5 Les relations avec l'eau salée

- 51 Il est intéressant de savoir si le rapport à l'eau salée, donc à l'estuaire, est le même au VI^e s. qu'actuellement. Pour cela, il y a deux marqueurs trouvés lors des analyses palynologiques : les microfossiles d'eaux douces et marines et les chénopodiacées.

Les chénopodiacées

- 52 Cette famille comporte des plantes dites halophiles, ce qui signifie qu'elles supportent un milieu salé. Les critères de reconnaissance des pollens ne sont pas suffisamment détaillés pour permettre une détermination précise et voir s'il s'agit de plantes halophiles ou rudérales. Lorsque le taux des pollens est important comme à Port Berteau II (18 %), il est admis qu'il s'agit de plantes halophiles. Une expérimentation palynologique effectuée sur les rives de la Charente (Marambat 1998) depuis l'estuaire où ces plantes sont abondantes jusqu'à 20 km en amont, montre que la dispersion des chénopodiacées est supérieure à cette distance et qu'il y a une sorte d'homogénéisation par le transport fluvial avec des taux inférieurs à 10 %. À Port Berteau II, les chénopodiacées poussent sur la berge, leur taux est de 4,6 % dans les mousses actuelles, de 28 % dans le calfatage et de 6 à 19 % dans les carottes. On peut donc avancer l'hypothèse qu'au haut Moyen Âge les rives de la Charente comportaient davantage de plantes halophiles et que le calfatage provenait peut-être d'une zone plus proche de l'estuaire ou en bord de mer.

Les microfossiles

- 53 Nous avons vu précédemment que l'eau de la Charente ne contenait que des microfossiles d'eaux saumâtres de type *Tasmanites*. Dans les sédiments des carottes C2 et C3, les microfossiles d'eaux marines sont constamment présents mais en

faible quantité (foraminifères et dinoflagellés). Tasmanites, caractéristique des eaux saumâtres, a été signalé. Des algues d'eaux douces diverses se retrouvent aussi. Ceci indique qu'au VI^e s. l'arrivée des eaux marines se faisait plus loin en amont qu'actuellement. Les mêmes marqueurs trouvés dans le calfatage permettaient de conclure à une origine littorale ou estuarienne. Cette hypothèse n'est pas exclue mais atténuée par le fait qu'au VI^e s. la Charente était plus ouverte aux influences de la marée.

4 Conclusion

- 54 Une analyse palynologique sur l'épave était réalisable car des sédiments ont conservé des pollens, spores et microfossiles contemporains des périodes de navigation et d'échouage. Cette étude a été facilitée par la présence de deux types de dépôts : le calfatage, conservé en plusieurs endroits du bateau, et le sédiment du lit de la Charente, dans lequel est emprisonnée l'épave. Leur contenu microscopique a été comparé à celui actuel de l'eau de la Charente et des mousses, images de la végétation.
- 55 Le calfatage est composé d'une « étoupe » de débris végétaux divers enfoncés en force et recouverts d'un brai constitué de graisse ou de goudron. L'étude du palynofaciès de ce calfatage démontre que les pollens et microfossiles, contemporains de la construction et de la réparation du bateau, proviennent d'un milieu largement ouvert aux apports d'eaux marines.
- 56 Les sédiments prélevés en carottages à proximité de l'épave sont anciens ; une date ¹⁴C : 403-648 ap. J.-C. (1570 ± 50 BP) avec un maximum de probabilité à 534, laisse à penser qu'ils ont enregistré les épisodes de l'échouage et le remplissage postérieur.
- 57 Au VI^e s, la Charente devait être, à cet endroit, plus ouverte à l'influence des marées. Le paysage, différent de l'actuel, se caractérisait par la dominance des chênaies et surtout la présence du hêtre sur les collines, probablement en rive droite. La plaine alluviale comportait des groupes d'arbres et des zones de cultures diversifiées, les berges devaient être peu entretenues, ce qui favorisait la présence de zones marécageuses.

AUTEUR

MARIE-FRAÇOISE DIOT

Ingénieur de recherche au ministère de la Culture et de la Communication (centre national de Préhistoire) (CNRS [UMR 5808])

Annexe 4 Approche des caractéristiques hydrostatiques

Marc Ginisty

1 Valeurs des courbes des aires FIG. 131

Pour une gîte nulle et un déplacement de 7,6 t

n° section	surface en m ²
0	0,0
1	0,0
2	0,0
3	0,074
4	0,191
5	0,321
6	0,446
7	0,568
8	0,677
9	0,768
10	0,844
11	0,906
12	0,953
13	0,986
14	1,003
15	1,002
16	0,983
17	0,946
18	0,896
19	0,834
20	0,757
21	0,665
22	0,554
23	0,430
24	0,298
25	0,159
26	0,036
27	0,0
28	0,0

Pour une gîte nulle et un déplacement de 17,8 t

n° section	surface en m ²
0	0,0
1	0,009
2	0,102
3	0,347
4	0,618
5	0,891
6	1,145
7	1,380
8	1,586
9	1,756
10	1,896
11	2,009
12	2,095
13	2,152
14	2,181
15	2,177
16	2,140
17	2,073
18	1,981
19	1,866
20	1,728
21	1,559
22	1,354
23	1,117
24	0,851
25	0,562
26	0,269
27	0,040
28	0,0

Pour une gîte nulle et un déplacement de 25,5 t

n° section	surface en m ²
0	0,008
1	0,038
2	0,244
3	0,607
4	0,981
5	1,346
6	1,682
7	1,989
8	2,258
9	2,477
10	2,657
11	2,804
12	2,913
13	2,984
14	3,019
15	3,012
16	2,962
17	2,876
18	2,756
19	2,609
20	2,431
21	2,214
22	1,949
23	1,641
24	1,290
25	0,904
26	0,508
27	0,149
28	0,024

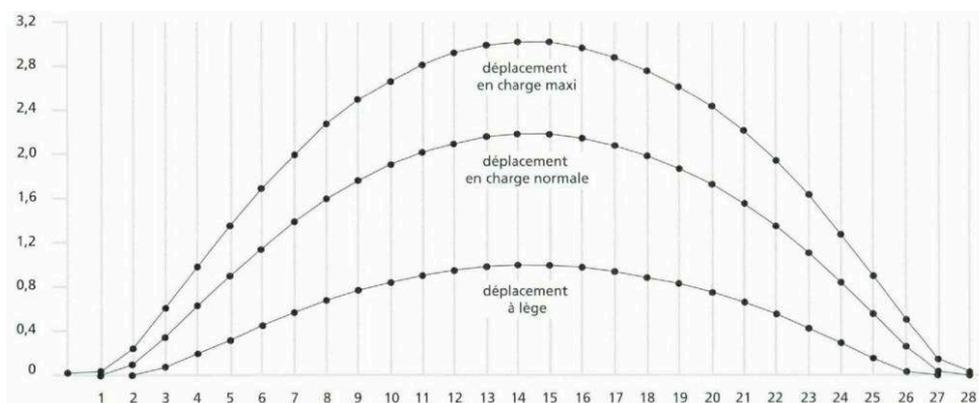


FIG. 131 – Courbe des aires. En abscisse sont figurées les sections de l'avant (0) à l'arrière (28). En ordonnée sont indiquées les valeurs en mètres carrés des surfaces immergées.

2 Devis de poids de la coque pour une coque en chêne (densité moyenne : 0,8)

surface du bordé	64,6 m ²
épaisseur moyenne du bordé*	3,5 cm
volume du bordé	2,26 m ³
volume des membrures	2,82 m ³
volume de la quille, de l'étrave et de l'étambot	0,60 m ³
volume des ponts avant et arrière	0,26 m ³
volume des baux	0,49 m ³
volume des pièces transversales EXB3 et EXA3	0,24 m ³
volume de pièces diverses (SER1...)	0,50 m ³
volume total	7,17 m ³
poids total de la coque	5,736 t
poids de la coque prête à naviguer (avec gréement, équipement, sans lest...)	6,800 t

* Cette épaisseur moyenne tient compte de celle des virures de section demi-circulaire, comprise entre 5,5 et 6,5 cm.

3 Caractéristiques techniques

Déplacements

A	B	C
en eau de mer		
7840,116 kg	18392,359 kg	26296,960 kg
en eau douce		
7619,024 kg	17873,694 kg	25555,385 kg
volume de la carène		
7,647 m ³	17,940 m ³	25,651 m ³

- A** à lège
B en charge normale
C en charge maxi

Coefficients et rapports

A	B	C
coefficient prismatique		
0,624	0,630	0,633
bloc coefficient		
0,468	0,508	0,519
coefficient rectangle à la flottaison		
0,681	0,692	0,694
rapport kg par cm d'enfoncement		
17,353 kg	380,531 kg	409,568 kg
rapport déplacement/longueur à la flottaison		
116,216	223,266	294,479
rapport longueur/largeur à la flottaison		
3,291	3,189	3,136
rapport longueur à la flottaison/tirant d'eau		
33,924	19,785	15,600
rapport largeur à la flottaison/tirant d'eau		
10,307	6,204	4,974

Longueurs et surfaces

A	B	C
longueur à la flottaison		
12,222 m	13,064 m	13,420 m
longueur de l'étrave à l'étambot		
14,298 m	14,298 m	14,298 m
largeur à la flottaison		
3,714 m	4,096 m	4,279 m
largeur au maître bau		
4,804 m	4,804 m	4,804 m
franc-bord maximum*		
1,417 m	1,117 m	0,917 m
tirant d'eau		
0,360 m	0,660 m	0,860 m
surface à la flottaison		
30,891 m ²	37,040 m ²	39,867 m ²
surface de dérive		
3,988 m ²	7,820 m ²	10,536 m ²
surface mouillée		
30,831 m ²	40,681 m ²	46,803 m ²
surface totale de la coque		
68,685 m ²	68,685 m ²	68,685 m ²

* Il s'agit du franc-bord considéré à l'avant et à l'arrière.

4 Vitesse limite avec une voile de 53 m²

- Compte tenu des formes de la carène, du faible creux et de la cale non pontée, un vent de force 5 semble être le maximum que pourrait supporter le caboteur de Port Berteau II sans devoir réduire sa voile. À force 5 (vent de 19 à 21 nœuds), le nombre de kilowatts par mètre carré de surface de voile est égal à 0,312 soit, pour une surface de 53 m², un total de 16,53 kW. Pour un déplacement de l'ordre de 18 t, le rapport de force développé est égal au quotient du déplacement en kilos par le nombre de kilowatts soit 1088 kg/kw (Gerr 1993 : 154). Ce rapport correspond à un coefficient (vitesse/rapport longueur à la flottaison) de 0,9 (Gerr 1993 : 164). La vitesse limite est donc égale à :

$0,9 V (\text{longueur flottaison} \times 3,28) = 5,89 \text{ nœuds}$. Cette vitesse limite théorique est établie en rapport avec des paramètres contemporains (notamment voile Marconi en textile synthétique) et doit être considérée avec une grande prudence.

AUTEUR

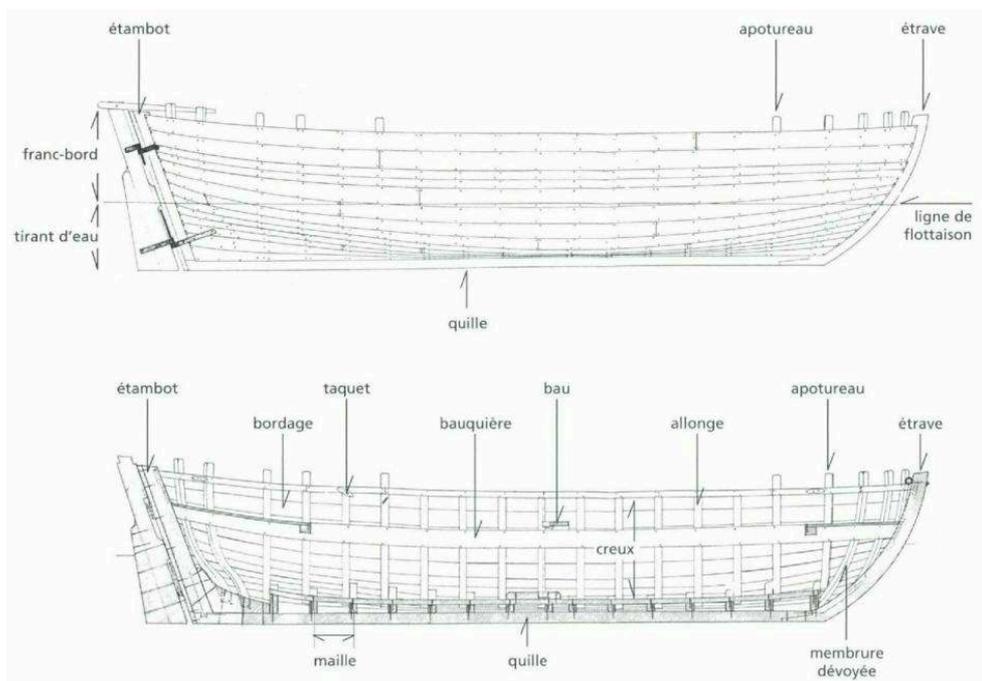
MARC GINISTY

Architecte naval

Lexique

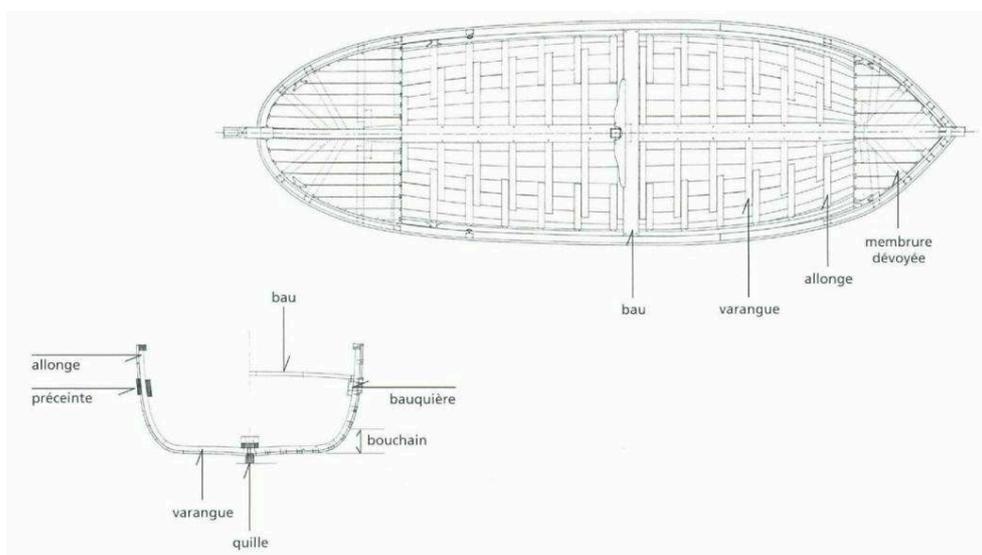
- 1 **About** (n. m.). Extrémité par laquelle une pièce de charpente se joint à une autre. About d'un bordage.
- 2 **Accore** (n. m.). Pièce de bois qui soutient un bateau en construction ou en réparation.
- 3 **Acculement** (n. m.). Élévation des extrémités de la varangue par rapport au plan de la face supérieure de la quille.
- 4 **Allège** (n. f.). Embarcation servant au chargement et au déchargement des navires.
- 5 **Allonge** (n. f.). Élément d'une membrure qui prolonge la varangue.
- 6 **Apotureau** (n. m.). Extrémité supérieure d'une allonge qui dépasse le plat-bord, et sert à amarrer un cordage.
- 7 **Approvisionnements** (n. m. pl. Ensemble des matériaux nécessaires à la construction d'un bateau.
- 8 **Barrotin** (n. m.). Petit bau.
- 9 **Bau** (n. m.). Pièce de charpente transversale disposée dans le haut de la coque et qui maintient l'écartement des flancs. – *Maître bau* : bau placé dans la partie la plus large de la coque.
- 10 **Bauquière** (n. f.). Pièce de renfort longitudinal interne sur laquelle est assemblée l'extrémité d'un bau.
- 11 **Bordage** (n. m.). Planche fixée sur la face externe des membrures. – *Bordage de diminution*, planche qui, vers les extrémités de la coque en particulier, s'achève en pointe.
- 12 **Bordé** (n. m.). Ensemble des planches (bordages) qui forment le revêtement extérieur de la coque. – « *Bordé premier* », système de construction dans lequel le bordé est élevé, partiellement ou intégralement, avant les membrures.
- 13 **Bouchain** (n. m.). Partie de la carène comprise entre les fonds et le flanc de la coque.
- 14 **Brai** (n. m.). Matière résineuse extraite du pin et du sapin. Mélangée avec un produit gras, elle forme un enduit liquide de protection du bordé.
- 15 **Bras** (n. m.). Cordage fixé à l'extrémité de la vergue d'une voile carrée, qui sert à son contrôle et à sa manœuvre.

- 16 **Bri** (n. m.). Nom donné entre Loire et Gironde aux alluvions silto-argileuses à scrobiculaires (coquillages bivalves marins) contemporaines de la remontée des eaux au Postglaciaire.
- 17 **Brocheter** (v. tr.). Mettre en forme les bordages d'une coque.
- 18 **Cabillot** (n. m.). Sorte de grosse cheville en bois traversant une pièce de charpente et servant à l'amarrage d'un cordage.
- 19 **Calfater** (v. tr.). Garnir d'étoupe les joints entre les bordages pour les rendre étanches.
- 20 **Can** (n. m.). Tranche d'une planche, et notamment d'un bordage.
- 21 **Carène** (n. f.). Partie immergée de la coque d'un bâtiment.



- 22 **Clin** (n. m.). Construction dans laquelle les bordages se recouvrent partiellement l'un l'autre, comme les ardoises d'un toit. Construction, assemblage, bordé à clin.
- 23 **Creux** (n. m.). Profondeur intérieure de la coque.
- 24 **Couple** (n. m.). Pièce de charpente qui détermine la forme transversale de la coque (voir membrure). – *Maître couple*, section transversale la plus large de la coque.
- 25 **Déplacement** (n. m.). Poids du volume d'eau occupé par un bateau quand il flotte. – *Déplacement léger*, la coque est sans cargaison. – *Déplacement en charge*, la coque porte sa cargaison et l'ensemble de son équipement.
- 26 **Dévoisement** (n. m.). Inclinaison d'une membrure (de son allonge en particulier) par rapport à l'axe longitudinal de la coque.
- 27 **Drisse** (n. f.). Cordage servant à hisser la vergue sur laquelle est établie une voile carrée.
- 28 **Droit** (face de). Face plane d'une pièce de charpente.
- 29 **Écart** (n. m.). Assemblage, selon des formes variées, entre deux pièces de charpente.
- 30 **Échantillonnage** (n. m.). Largeur et épaisseur d'une pièce de charpente.

- 31 **Écoute** (n. f.). Petit cordage fixé à l'angle inférieur d'une voile et servant à sa manœuvre.
- 32 **Élancement** (n. m.). Angle formé par l'étrave avec le prolongement de la quille.
- 33 **Emplanture** (n. f.). Pièce de charpente dans laquelle repose le pied du mât.
- 34 **Épîte** (n. f.). Coin de bois enfoncé dans l'extrémité d'une gournable.
- 35 **Équerrage** (n. m.). Angle formé par deux faces planes et adjacentes d'une pièce de bois. – *Équerrage gras*, égal ou supérieur à 90°. – *Équerrage maigre*, inférieur à 90°.
- 36 **Étai** (n. m.). Cordage tendu d'une extrémité du navire à la tête du mât et destiné à maintenir ce mât. – *Étai avant*, tendu du mât à l'étrave. – *Étai arrière*, tendu du mât à l'étambot.
- 37 **Étambot** (n. m.). Pièce de charpente verticale fixée à l'extrémité arrière de la quille.
- 38 **Étambrai** (n. m.). Pièce de charpente maintenant, au niveau supérieur de la coque, un mât.
- 39 **Étoupe** (n. f.). Matière végétale grossière disposée dans les joints séparant les bordages.
- 40 **Étrave** (n. f.). Pièce de charpente verticale fixée à l'extrémité avant de la quille.
- 41 **Fargues** (n. f. pl.). Bordages s'élevant au-dessus des plats-bords. – *Fargues volantes*, fargues démontables qu'on peut mettre en place pour exhausser les bords des embarcations.
- 42 **Flot** (n. m.). La marée montante.
- 43 **Flottaison** (ligne de). Ligne correspondant à l'intersection entre les flancs du bateau et la surface de l'eau supposée plane.
- 44 **Franc-bord** (n. m.). – 1. Distance entre le niveau de l'eau et la partie la plus haute du bordé. – 2. *Construction à franc-bord*, construction dans laquelle les planches du bordé sont disposées bord contre bord.
- 45 **Galbord** (n. m.). Planche inférieure du bordé située au niveau de la quille. *Retour de galbord*.
- 46 **Gournable** (n. f.). Cheville en bois servant à fixer les bordages.
- 47 **Grément** (n. m.). Ensemble des cordages servant au maintien des mâts et à la manœuvre des voiles.
- 48 **Hauban** (n. m.). Cordage destiné à maintenir transversalement un mât, et dont une extrémité est fixée au sommet du mât et l'autre au bordé.
- 49 **Hauturier, ère** (adj.). Qui a trait à la navigation hors de vue des côtes.
- 50 **Lège** (adj.). Sans chargement.



- 51 **Lisse** (n. f.). Latte disposée provisoirement entre l'étrave et l'étambot pour définir la forme des membrures. – *Lisse du fort*, lisse supérieure, placée à la plus grande largeur de la coque. – *Lisse de fond*, lisse inférieure, placée à l'extrémité des varangues.
- 52 **Lit** (n. m.). Chenal naturel dans lequel coule un cours d'eau. – *Lit mineur, majeur*, occupé par le cours d'eau en période de basses, de hautes eaux.
- 53 **Maille** (n. f.). Intervalle entre deux membrures.
- 54 **Maître couple** (n. m.). Voir Couple.
- 55 **Manœuvre** (n. f.). Tout cordage en usage à bord d'un navire. – *Manœuvre courante*, cordage mobile qui sert à la manœuvre des voiles.
- 56 **Membrure** (n. f.). Pièce de la charpente transversale d'un bateau, composée d'une varangue et d'allonges. – "*Membrure première*", système de construction dans lequel les membrures sont mises en place (en partie ou en totalité) avant le bordé.
- 57 **Moise** (n. f.). En charpente, assemblage consistant à serrer une pièce entre un couple de deux pièces jumelées.
- 58 **Monocotylédone** (adj. et n. f.). Dont la graine n'a qu'un cotylédon. *L'iris est monocotylédone.*
- 59 **Pavois** (n. m.). Partie du bordé située au-dessus du pont.
- 60 **Port** (n. m.). Capacité de charge (en tonnes ou en tonneaux de poids) d'un navire.
- 61 **Préceinte** (n. f.). Ensemble de bordages plus épais que les autres et qui forme une ceinture autour du bateau de manière à renforcer la coque.
- 62 **Quête** (n. f.). Angle de l'étambot et de la quille.
- 63 **Quille** (n. f.). Pièce axiale en un ou plusieurs éléments, située à la partie inférieure d'un navire et sur laquelle repose l'ensemble des membrures.
- 64 **Râblure** (n. f.). Rainure pratiquée dans la longueur et sur les deux côtés de la quille, de l'étrave ou de l'étambot pour recevoir l'extrémité des bordages.
- 65 **Réa** (n. m.). Disque de bois muni d'une gorge sur son pourtour, et qui tourne sur un axe. Le réa est un des éléments d'une poulie.
- 66 **Rombaillet** (n. m.). Morceau de bois ajusté dans un bordage pour remplir l'espace laissé par un nœud ou une dégradation du bois.

- 67 **Rudéral** (adj.). Qui se sert de l'azote de la matière organique présente sur les lieux habités par l'homme ou les animaux domestiques.
- 68 **Section** (n. f.). Voir Couple. *Maîtresse section*.
- 69 **Serre** (n. f.). Pièce de renfort longitudinal interne fixée sur les membrures. – *Serregouttière*, pièce de renfort longitudinal interne servant au maintien de l'extrémité d'un bau.
- 70 **Sole** (n. f.). Fond d'un bateau plat.
- 71 **Taquet** (n. m.). Pièce de bois fixée en divers endroits du bateau pour y tourner des cordages.
- 72 **Taxon** (n. m.). Unité systématique telle qu'une famille, un genre, une espèce, etc.
- 73 **Tirant d'eau** (n. m.). Distance verticale entre la ligne de flottaison et la quille.
- 74 **Tonneau** (n. m.). – 1. *Tonneau de poids*, unité de masse valant 2000 livres de 489 grammes, soit 978 kilos. – 2. *Tonneau d'encombrement, d'arrimage*, unité de volume employée pour déterminer la capacité des navires. Correspondant à l'encombrement théorique de 4 barriques de Bordeaux, il est évalué à 42 pieds cube, soit 1,45 mètre cube.
- 75 **Tour** (face de). Face courbe d'une pièce de charpente.
- 76 **Varangue** (n. f.). Élément inférieur d'une membrure placé sur la quille et qui est prolongé par les allonges.
- 77 **Virure** (n. f.). File de bordages s'étendant sur toute la longueur de la coque.

Pour en savoir plus sur les épaves citées dans cet ouvrage

- 78 Une banque de données intitulée Navis 1 est consacrée aux principales épaves, de l'âge du Bronze au Moyen Âge, conservées dans les pays de l'Union européenne. La description de chacune d'elles est accompagnée d'un dossier d'illustrations –photos de la fouille, relevés d'ensemble et de détail, restitution... Une bibliographie vient compléter la documentation.

Bibliographie

Abréviations

BAR : British archaeological reports

CTHS : Comité des travaux historiques et scientifiques

DAF : Documents d'archéologie française

EPHE : École pratique des hautes études

MSH : Maison des sciences de l'Homme

Adam 1985 : ADAM (P.). — An automatic method for boat design. *In* : CEDERLUND (C.-O.) ed. — *Postmedieval boat and ship archaeology : papers based on those presented to an international symposium on boat and ship archaeology*, Stockholm, 1982. Oxford : British archaeological reports, 1985, p. 233-253 (BAR, international séries ; 256).

Amoros, Petts 1993 : AMOROS (G), PETTS (G.E.) dir. — *Hydrosystèmes fluviaux*. Paris : Masson, 1993. 300 p. (Écologie ; 24).

Arnold 1977 : ARNOLD (B.). — Some remarks on caulking in Celtic boat construction and its évolution in aeras lying northwest of Alpin arc. *International journal of nautical archaeology*, 6, 4, 1977, p. 293-297.

Arnold 1991 : ARNOLD (B.). — The Gallo-Roman boat of Bevaix and the bottom-based construction. *In* : REINDERS (R.), PAUL (K.) dir. — *Carvel construction technique*. Oxford : Oxbow books, 1991, p. 19-23 (Oxbow Monograph ; 12).

Arnold 1992a : ARNOLD (B.). — *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, 1. Saint-Biaise, Suisse : Le Ruau, 1992. 101 p. (Archéologie Neuchâtelloise ; 12).

Arnold 1992b : ARNOLD (B.). — *Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, 2. Saint-Biaise, Suisse : Le Ruau, 1992. 126 p. (Archéologie Neuchâtelloise ; 13).

Arnold 1998 : ARNOLD (B.). — Embarcations romano-celtiques et construction sur sole. *In* : RIETH (É.) dir. — *Concevoir et construire les navires : de la trière au picoteux : techniques, idéologies, pratiques*. *Revue d'anthropologie des connaissances*, XIII, 1998-1, p. 72-90.

Baillie, Pilcher 1973 : BAILLIE (M.G.L.), PILCHER (J.-R.). — A simple crossdating program for Tree-Ring research. *Tree-Ring bulletin*, 33, 1973, p. 7-14.

Basch 1972 : BASCH (L.). — Ancient wrecks and the archaeology of ships. *International journal of nautical archaeology*, 1, 1972, p. 1-58.

Basch 1985 : BASCH (L.). — Le navire d'Enée. *Neptunia*, 158, 1985, p. 23-27.

- Beaudouin 1994** : BEAUDOUIN (F.). — L'économie motrice pré-mécanique : les chemins qui marchent. *Neptunia*, 193, 1994, p. 1-13.
- Becker 1981** : BECKER (B.). — Fallungsdaten Römischer Bauzeranhand einer 2350 süddeutschen Eichen-Jahrringchronologie. *Festschrift Hartwig Zn. Fundberichte aus Baden Württemberg*, 6, 1981, p. 369-386.
- Bellabarba 1988** : BELLABARBA (S.). — The square-rigged ship of the *Fabrica di Galere manuscript*. *The Mariner's mirror*, 74, 1988, p. 225-239.
- Bernard 1968** : BERNARD (J.). — *Navires et gens de mer à Bordeaux : vers 1400-vers 1550*. Paris : EPHE, 1968. 1422 p. : ill. 3 vol. (Ports, routes, trafics ; 23).
- Bernard 1996** : BERNARD (J.). — Paléoenvironnement du Pays-de-Retz et du marais breton-vendéen : thèse de doctorat. Nantes : faculté des sciences et techniques, 1996. 2 vol.
- Bernard 1997** : BERNARD (V.). — *Bois archéologiques, dendrochronologie et problématique du couvert forestier dans le Bassin Parisien entre le Mésoolithique et le haut Moyen Age : thèse de doctorat*. Besançon : univ. de Franche-Comté, faculté des Sciences et Techniques, 1997. 248 p.
- Bill 1994** : BILL (J.). — Ship construction : tools and technique. In : GARDINER (R.) dir. — *Cogs, caravels and galleons*. Londres : Conway maritime press, 1994, p. 151-159.
- Bizot et al. 1991** : BIZOT (B.), RIETH (É.) et al. — Deux épaves d'époque moderne à Bouliac (Gironde). *Aquitania*, 9, 1991, p. 177-241.
- Blue et al. 1998** : BLUE (L.), KENTLEY (E.), MAC GRAIL (S.). — The Vattai fishing boat and related frame-first vessels of Tamil Nadu. *South Asian studies*, 14, 1998, p. 41-74.
- Bolstad, Jansen 1992** : BOLSTAD (T.), JANSEN (E.G.). — *Sailing against the wind. Boats and boatmen of Bangladesh*. Londres : Intermediate technology publications, 1992. 157 p.
- Bonnamour 1992** : BONNAMOUR (L.). — Fouille d'aménagements médiévaux dans le lit de la Saône au Sud de Chalon. *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 43- 2, 1992, p. 353-378.
- Bonnefoux, Pâris 1847** : BONNEFOUX (P.-M.-J. de), PÂRIS (E.). — *Dictionnaire de marine à voiles et à vapeur*, t 1. Paris : Arthus Bertrand, 1847. 776 p. : ill. Réimpr. Paris : La Courtille, Hier et Demain, 1971 et Paris : Le Layeur, 1999.
- Boudriot 1991** : BOUDRIOT (J.). — *Le navire marchand : Ancien Régime : étude historique et monographie*, vol. 1. Paris : J. Boudriot, 1991. 243 p. : ill. (Archéologie navale française).
- Boudriot, Berti 1988** : BOUDRIOT (J.), BERTI (H.). — *Le bateau de Lanvéoc*. Paris : ANCRE, 1988. 64 p. : ill.
- Chapelot 1975** : CHAPELOT (J.) dir. — *Potiers de Saintonge : Huit siècles d'artisanat rural : exposition Paris, musée national des Arts et Traditions populaires, 1975-1976*. Paris : musées nationaux, 1975. 127 p. : ill.
- Chapelot, Rieth 1995** : CHAPELOT (J.), RIETH (É.). — *Navigation et milieu fluvial au XI^e s. : L'épave d'Orlac (Charente-Maritime)*. Paris : MSH, 1995. 168 p. (DAF ; 48).
- Clavel 1971** : CLAVEL (B.). — *Le seigneur du fleuve*. Paris : Robert Laffont, 1971. 368 p.
- Comps 1972** : COMPS (B.). — *Essai sur la détermination écologique du hêtre (Fagus sylvatica L.) en Aquitaine* : thèse de doctorat ès sciences naturelles. Bordeaux : univ. de Bordeaux I, 1972. 272 p.
- Corre 1987** : CORRE (B.). — *Bornéo, Java, Bâti : essai d'un inventaire des voiliers de ces îles*. Paris : Sudestasia, 1988. 140 p. : ill.
- Crumlin-Pedersen 1979** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — Danish cogfinds. In : MAC GRAIL (S.) dir. — *Médiéval ships and harbours in Northern Europe*. Oxford : British archaeological reports, 1979, p. 17-34 (BAR, international sériés ; 66).

- Crumlin-Pedersen 1985** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — Ship finds and ship blockages AD 800-1200. In : KRISTIANSEN (K.) dir. — *Archaeological formation processes*. Copenhagen, 1985, p. 213-228.
- Crumlin-Pedersen 1991** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — Ship types and sizes. In : CRUMLIN-PEDERSEN (O.) dir. — *Aspects of maritime Scandinavie AD 200-1200*. Roskilde : Viking Ship muséum, 1991, p. 69-82.
- Crumlin-Pedersen 1996** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — *Archaeology and the sea*. Amsterdam : Stichting Nederlands museum voor Anthropologie en Prehistorie, 1996. 54 p.
- Crumlin-Pedersen 1997** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — *Viking-Age ships and shipbuilding in Hedeby/Haithabu and Schleswig*, 2. Roskilde : Viking Ship muséum, 1997, 328 p. (Ships and boats of the North).
- Crumlin-Pedersen, Vinner 1987** : CRUMLIN-PEDERSEN (O.), VINNER (M.). — Le projet Roar Ege : reconstruction et expérimentation d'un caboteur viking. *Le Chasse-marée*, 30, 1987, p. 18-45.
- Desseins 1679** : Desseins des différentes manières de vaisseaux que l'on voit dans les havres, ports et rivières depuis Nantes jusqu'à Bayonne, qui servent au commerce des sujets de sa Majesté, 1679 : Ms 139- 1511, service historique de la Marine (Vincennes). In : VERGÉ-FRANCESCHI (M.), RIETH (É.). — *Voiles et voiliers au temps de Louis XIV : édition critique des deux albums dits de Jouve et de l'Album de Colbert*. Paris : Du May, 1992, p. 26-69 (Voiliers des côtes de France).
- Diot 1991a** : DIOT (M.-F.). — Analyse palynologique des mousses de calfatage du bateau fluvial à Godefroy, commune de Bouliac (Gironde). In : BIZOT (B.), RIETH (É.) *et al.* — Deux épaves d'époque moderne à Bouliac (Gironde). *Aquitania*, 9, 1991, p. 225-234.
- Diot 1991b** : DIOT (M.-F.). — Le palynofaciès en archéologie : intérêt de son étude. *Revue d'archéométrie*, 15, 1991, p. 54-62.
- Diot 1994** : DIOT (M.-F.). — Artefact sourcing using pollen analysis : a case study of caulking mosses from a 17th century river boat. In : DAVIS (O.K.) — *Aspects of archeological palynology : methodology an applications : proceeding of 8th international palynological congress*, Aix-en-provence, 1991. American association of stratigraphie palynologists foundation, 1994, p. 83-92 (AASP contributions sériés ; 29).
- Eckstein 1969** : ECKSTEIN (D.). — *Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung des Siedlung Haithabu* : thèse de doctorat. Hambourg : univ. de Hambourg, 1969. 113 p.
- Ellmers 1969** : ELLMERS (D.). — *Keltischer Schiffbau. Jahrbuch des römisch-germanischen Zentralmuseums*. Mayence, 16, 1969, p. 73-122.
- Ellmers 1972** : ELLMERS (D.). — *Frühmittelalterliche Handelsschiffahrt in Mittel- und Nordeuropa*. Neumünster : K. Wachholtz, 1972. 358 p : ill.
- Encyclopédie méthodique marine 1783** : *Encyclopédie Méthodique. Marine...*, vol. 1. Paris : Panckoucke, 1783. Réimpr. Nice : Oméga, 1986. 712 p.
- Fenwick 1978** : FENWICK (V.) dir. — *The Graveney boat*. Oxford : British archeological reports, 1978. 348 p. (BAR, british sériés ; 53).
- Fenwick 1993** : FENWICK (V.). — The réplication debate. *International journal of nautical archaeology*, 22, 3, 1993, p. 197.
- Forfait 1788** : FORFAIT (P.-A.-L.). — *Traité élémentaire de la mâturation des vaisseaux, à l'usage des élèves de la marine*. Paris : Clousier, 1788. 294 p. : pl. Réimpr. Grenoble : Les 4 Seigneurs, 1979.
- Gassend et al. 1984** : GASSEND (J.-M.), LIOU (B.), XIMÉNÈS (S.). — L'épave 2 de l'anse des Laurons (Martigues, Bouches-du-Rhône). *Archaeonautica*, 4, 1984, p. 75-105.

- Gassmann et al. 1996** : GASSMANN (P.), LAMBERT (G.), LAVIER (G.), BERNARD (V.), GIRARDCLOS (O.) — Pirogues et analyses dendrochronologiques. In : ARNOLD (B.) dir. — *Construction, typologie, évolution. Pirogues monoxyles d'Europe Centrale*, vol. 2. Saint-Biaise : Du Ruau, 1996, p. 89-127 (Archéologie Neuchâteloise ; 21).
- Gerr 1993** : GERR (D.). — *The nature of boats*. Camden (Maine, USA) : International marine publishing. 1993. 418 p.
- Gilmour 1994** : GILMOUR (B.). — Metallographic analysis of nails from Blackfriars ship 1. In : MARSDEN (P.). — *Ships of the port of London : first to eleventh centuries AD*. Londres : English heritage, 1994, p. 183-187 (Archaeological report ; 3).
- Girardclos 1999** : GIRARDCLOS (O.). — *Dendrochronologie du chêne (Quercus robur, Quercus petraea), influences des facteurs stationnaires et climatiques sur la croissance radiale, cas des sols hydromorphes et des climats atlantiques. Applications paléo-écologiques aux bois subfossiles du marais de Brière (44)* : thèse de doctorat. Besançon : univ. de Franche-Comté, fac. des Sciences et Techniques, 1999. 370 p.
- Goodburn 1992** : GOODBURN (D.). — Woods and Woodland carpenters and carpentry. In : MILNE (G.) dir. — *Timber building techniques in London c. 900-1400. London and Middlesex archaeological society, spécial paper*, 15, 1992, p. 106-131.
- Grandjean et al. 1989** : GRANDJEAN (P.), MARGUET (A.), RIETH (É.). — Archéologie d'une rivière : la Charente. In : CTHS — *La ville et le fleuve : colloque tenu dans le cadre du 112^e congrès national des sociétés savantes*, Lyon, 21-25 avril 1987. Paris : CTHS, 1989, p. 157-169 (Colloques du CTHS ; 3).
- Grandjean, Rieth 1990** : GRANDJEAN (P.), RIETH (É.). — La pirogue monoxyle du pont de Saintonge à Saintes. *Revue de la Saintonge et de l'Aunis*, XVI, 1990, p. 75-87.
- Grandjean, Rieth 1992** : GRANDJEAN (P.), RIETH (É.). — Note relative à la seconde pirogue monoxyle du pont de Saintonge à Saintes. *Revue de la Saintonge et de l'Aunis*. XVIII, 1992, p. 7-16.
- Grelier 1933** : GRELIER (J.). — La Charente, étude de fleuve. *Annales de géographie*, XLII, 1933, p. 44-60.
- Guibal 1992** : GUIBAL (F.). — Dendrochronologie des épaves de navire en Méditerranée Occidentale. *Mediterraneo*, 1, Outubro, 1992, p. 77-87.
- Hasslöf 1972** : HASSLÖF (O.). — Main principles in the technology of shipbuilding. In : HASSLÖF (O.), HENNINGSEN (H.), CHRISTENSEN jr. (A.E.) dir. — *Ships and shipyards, sailors and fishermen*. Copenhague : Copenhagen university press, 1972, p. 27-72.
- Hocker 1991** : HOCKER (F.M.). — *The development of a bottom-based shipbuilding tradition in northwestern Europe and the New World* : Ph. D. in Philosophy. College Station, Texas A & M university, 1991. 2 vol., 315 p.
- Hocker 1996** : HOCKER (F.M.). — A small cog wrecked on the Zuiderzee in the early fifteenth century. *Flevobericht*, 408. Ketelhaven (Pays-Bas) : Nederlands Instituut voor scheep- en onderwater archeologie/ROB (NISA), 1996. 141 p.
- Höckmann 1992** : HÖCKMANN (O.). — Spätromische Schiffsfunde in Mainz. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 12, 1992, p. 231-250.
- Hoffsummer 1989** : HOFFSUMMER (P.). — *L'évolution des toits à deux versants dans le bassin mosan : l'apport de la dendrochronologie (XI^e-XIX^e siècle)* : thèse de doctorat. Liège, univ. de Liège, 1989. 2 vol.
- Horridge 1978** : HORRIDGE (G.A.). — *The design of planked boats of Moluccas*. Greenwich : National maritime museum. 54 p. (Maritime monographs and reports ; 38).
- Horridge 1979** : HORRIDGE (G.A.). — *The konjo boatbuilders and the bugis prahus of South Sulawesi*. Greenwich : National maritime museum, 1979. 56 p. (Maritime monographs and reports ; 40).

- Horridge 1982** : HORRIDGE (G.A.). — *The lashed-lug boat of the eastern Archipelagoes*. Greenwich : National maritime muséum, 1982. 75 p. (Maritime monographs and reports ; 54).
- Hulst 1985** : HULST (R.). — *Kijk op koggen*. Ketelhaven : muséum voor Scheepsarcheologie, 1985. 39 p.
- Jansma 1995** : JANSMA (E.). — *RemembeRings : the development and application of local and régional tree-ring chronologies of Oak for the purposes of archaeological and historical research in the Netherlands*. Amsterdam, 1995. 149 p. (Nederlandse archaeologische rapporten ; 19).
- Jézégou 1985a** : JÉZÉGOU (M.-P.). — *Éléments de construction sur couples observés sur une épave du Moyen Âge découverte à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône)*. In : VI *congreso internacional de arqueología submarina (Cartagena, 1982)*, Madrid : ministerio de Cultura, 1985, p. 351-356.
- Jézégou 1985b** : JÉZÉGOU (M.-P.). — *L'épave II de l'anse Saint-Gervais à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône) : un navire du haut Moyen Âge construit sur squelette*. *Tropis*, I, 1985, p. 139-146.
- Jouannet 1992** : JOUANNET (G.) dir. — *Charente, fleuve et symbole*. Paris : Le Croît vif, 1992. 270 p. : ill.
- Kahanov, Breitstein 1995a** : KAHANOV (Y.), BREITSTEIN (S.). — *A preliminary study of the hull remains*. *INA Quarterly*, 22, 1995, p. 9-12.
- Kahanov, Breitstein 1995b** : KAHANOV (Y.), BREITSTEIN (S.). — *Tantura excavation 1994 : a preliminary report on the wood*. *Center for maritime studies news (university of Haifa)*, 22, 1995, n.p.
- Kyrenia II 1987** : *Kyrenia II : an ancient ship sails again*, Le Pirée, 1987.
- Lachiver 1997** : LACHIVER (M.). — *Dictionnaire du monde rural : Les mots du passé*. Paris : Fayard, 1997. 1766 p. : ill.
- Lahn 1992** : LAHN (W.). — *Die Kogge von Bremen*, vol. 1. Hambourg : Ernst Kabel Verlag, 1992. 170 p. : ill.
- Lambert 1996** : LAMBERT (R.). — *Géographie du cycle de l'eau*. Toulouse : Presses universitaires du Mirail, 1995. 439 p. : ill. (Amphi 7).
- Lambert 1998** : LAMBERT (G.). — *La dendrochronologie, mémoire du passé*. In : EVIN (J.), LAMBERT (G.), LANGOUËT (G.), LANOS (P.), OBERLIN (G.). — *La datation en laboratoire*. Paris : Errance, 1998, p. 13-69 (Archéologiques).
- Lambert, Lavier 1992** : LAMBERT (G.), LAVIER (C.). — *L'étalon dendrochronologique Bourgogne 29*. In : *Les veines du temps : lectures de bois en Bourgogne : exposition Autun, musée Rolin*. s.l. : s.n., 1992, p. 123-156.
- Lambert, Lavier 1995** : LAMBERT (G.), LAVIER (C.). — *Datation dendrochronologique du bateau d'Orlac*. In : CHAPELOT (J.), RIETH (É.). — *Navigation et milieu fluvial au XI^e s. : l'épave d'Orlac (Charente-Maritime)*. Paris : MSH, 1995, p. 96-100 (DAF ; 48).
- Lambert, Lavier 1996** : LAMBERT (G.), LAVIER (C.). — *Dendrochronology and Works of art*. In : DEAN (S.S.), MEKO (D.M.), SWETNAM (T.W.) ed. — *Environment and humanity : relationships and processes : proceedings of the international conférence on Tree Rings, Tree Rings, May 1994*. Tucson : univ. of Tucson, Arizona, 1996, p. 543-556. N° spécial de la revue *Radiocarbon*.
- Lambert et al. 1996** : LAMBERT (G.), BERNARD (V.), DOUCERAIN (C.), GIRARDCLOS (O.), GUIBAL (F.), LAVIER (C.), SZPERTISKY (B.). — *French régional oak chronologies spanning more than 1000 years*. In : DEAN (S.S.), MEKO (D.M.), SWETNAM (T.W.) ed. — *Environment and humanity : relationships and processes : proceedings of the international conférence on Tree Rings, Tree Rings, May 1994*. Tucson : univ. of Tucson, Arizona, 1996, p. 821-932. N° spécial de la revue *Radiocarbon*.

Laporte 1998 : LAPORTE (L.) coord. — *L'estuaire de la Charente de la Protohistoire au Moyen Âge : la Challonnaire et Mortantambe (Charente-Maritime)*. Paris, MSH, 1998. 228 p. (DAF ; 72).

Lavier et al. à paraître : LAVIER (C.), VUAILLAT (D.), LAMBERT (G.) — Étude pluridisciplinaire du camp protohistorique des Châtres à Aubusson (Creuse). In : *Colloque international « C14 et archéologie »*, avril 98, univ. de Lyon I, Villeurbanne.

Le Bot 1975 : LE BOT (J.). — *La bisquine de Cancale et de Granville*. Grenoble : Les 4 Seigneurs, 1979. 167 p. : ill.

L'Hour, Veyrat 1989 : L' HOUR (M.), VEYRAT (E.). — A mid 15th century clinker boat of the northern coast of France, the Aber Wrac'h I wreck : a preliminary report. *International journal of nautical archaeology*, 18, 4, 1989, p. 285-298.

L'Hour, Veyrat 1994 : L' HOUR (M.), VEYRAT (E.). — The French médiéval clinker wreck from Aber Wrac'h. In : WESTERDAHL (C.) dir. — *Crossroads in ancient shipbuilding*. Oxford : Oxbow books, 1994, p. 165-180 (Oxbow Monograph ; 40).

Mc Grail 1984 : MAC GRAIL (S.). — Maritime archaeology présent and future. In : MAC GRAIL (S.) dir. — *Aspects of maritime archaeology and ethnography : papers based on those presented to an international seminar held at the University of Bristol in March, 1982*. Greenwich : National maritime muséum, 1984, p. 11-40.

Mc Grail 1987 : MAC GRAIL (S.). — *Ancient boats in North-West Europe. The archaeology of water transport to AD 1500*. 2^e éd. Londres-New York : Longman, 1998. 324 p.

Mc Grail 1989 : MAC GRAIL (S.). — Maritime archaeology in Britain. *Antiquaries journal*, 68, 1989, p. 10-22.

Mc Grail 1993 : MAC GRAIL (S.). — *Médiéval boat and ship timbers from Dublin. Médiéval Dublin excavations 1962- 1981*, ser. B, vol. 3. Dublin : Royal irish Academy, 1993. 178 p.

Mc Grail 1995 : MAC GRAIL (S.). — Training maritime archaeologists. In : OLSEN (O.), MADSEN (J.S.), RIECK (F.) dir. — *Shipsshape : essays for Ole Crumlin-Pedersen*. Roskilde : Viking ship muséum, 1995, p. 329-334.

Mc Grail 1997a : MAC GRAIL (S.). — Boat archaeology. In : DELGADO (J.P.) dir. — *Encyclopaedia of underwater and maritime archaeology*. Londres : British Muséum press, 1997, p. 66-68.

Mc Grail 1997b : MAC GRAIL (S.). — Early frame-first methods of building wooden boats and ships. *The mariner's mirror*, 83, 1997, p. 76-80.

Mc Grail, Roberts 1999 : MAC GRAIL (S.), ROBERTS (O.). — A romano-british boat from the shores of the Severn estuary. *The mariner's mirror*, 85, 1999, p. 133-146.

Marambat 1992 : MARAMBAT (L.). — *Paléo-environnement et empreinte anthropique dans l'Ouest aquitain et la Saintonge à l'Holocène* : thèse de nouveau doctorat. Bordeaux : univ. Bordeaux I, 1992. 208 p. 2 vol.

Marambat 1998 : MARAMBAT (L.). — Étude des pluies polliniques actuelles provenant de l'estuaire de la Charente. In : LAPORTE (L.) coord. — *L'estuaire de la Charente de la Protohistoire au Moyen Âge : la Challonnaire et Mortantambe (Charente-Maritime)*. Paris, MSH, 1998, p. 182-187. (DAF ; 72).

Marsden 1994 : MARSDEN (P.). — *Ships of the port of London : first to eleventh centuries AD*. Londres : English héritage, 1995. 237 p. : ill. (Archaeological reports ; 3)

Mott 1997 : MOTT (L.V.). — *The development of the rudder : a technological tale*. Londres : Texas A & M University press and Chatham publishing, 1997. 218 p.

Olsen, Crumlin-Pedersen 1968 : OLSEN (O.), CRUMLIN-PEDERSEN (O.). — *The Skuldelev ships (II)*. *Acta archaeologica*, 38, 1968, p. 95-187.

Paris 1882 : PÀRIS (F.-E.). — *Souvenirs de marine conservés*, 1. Paris ; Gauthier Villars, 1882. 60 pl.

Pferdehirt 1995 : PFERDEHIRT (B.). — *Das Muséum für antike Schifffahrt. Ein Forschungsbereich des römisch germanischen Zentralmuseums, 1.* Mayence : Verlag des römisch-germanischen Zentralmuseums, 1995. 72 p.

Piollet 1995 : PIOLLET (P.). — *Équipages et voiliers de Madura. Images d'Indonésie, 1.* Ternant : P. Piollet, 1995. 174 p. : ill.

Pomey 1988 : POMEY (P.). — Principes et méthodes de construction en architecture navale antique. In : Navires et commerces de la Méditerranée antique : hommage à Jean Rougé. *Cahiers d'Histoire*, XXXIII, 3-4, 1988, p. 397-412.

Pomey et al. 1992 : POMEY (P.) LONG (L.), L'HOURL (M.), BERNARD (H), RICHEZ (F.) — Recherches sous-marines. *Gallia Informations*, 1992-1, p. 1-85.

Quinn, Adams 1998 : QUINN (R.), ADAMS (J.R.). — The *Invincible* (1758) site — an integrated geophysical assessment. *International journal of nautical archaeology*. 27, 2, 1998, p. 126-138.

Résumé

1 Le cadre de la recherche

2 L'épave de Port Bertheau II, reposant par 7 m de fond dans la Charente, a été découverte en 1973. Elle a été localisée à 50 m en aval du site portuaire médiéval et moderne de Port Bertheau, lequel se trouve le long de la rive droite de la Charente, en aval de Saintes (Charente-Maritime). Sa fouille (1992-1997) constituait la dernière étape d'un programme de recherche débuté en 1971 et consacré à la batellerie médiévale. Les principales étapes de ce programme portant sur les bateaux mais aussi les aménagements du lit mineur et des berges de la Charente furent la fouille du site portuaire (1971-1973), la prospection-inventaire d'un secteur du fleuve long de 40 km, compris entre Port-d'Envaux, en aval de Saintes, et Dompierre-sur-Charente, en amont (1984-1986), la fouille de l'épave (XI^e s.) et du site fluvial d'Orlac (1987-1988) et enfin celle de l'épave et du site fluvial de Port Bertheau II. Situés dans une section de la Charente soumise aux effets de la marée, l'épave et le site de Port Bertheau II s'inscrivaient dans un contexte fluvio-maritime différent et complémentaire de celui, strictement fluvial, qui avait été étudié lors de la fouille de l'épave et du site d'Orlac.

3 Sur la base des choix faits lors de l'étude de ce site, la fouille subaquatique de l'épave de Port Bertheau II a été envisagée comme celle d'une « structure ouverte » en relation directe avec son environnement fluvial. Dès lors, les vestiges architecturaux de la coque devaient être appréhendés selon les méthodes traditionnelles de l'archéologie navale pour déterminer les différentes caractéristiques techniques du bâtiment, mais également celles, nouvelles, de l'archéologie nautique pour restituer les traits principaux du paysage fluvial médiéval. La stratégie de fouille a été élaborée en fonction de cette double approche en associant, dès la première campagne et d'une façon synchronique, l'étude des vestiges de la coque à celle du site, qui repose sur des observations d'ordre topographique, géo-archéologique, sédimentologique et palynologique.

4 2 Le site fluvial

5 De nos jours, la Charente est un fleuve doté de différents aménagements dont le plus important est le barrage de Saint-Savinien situé à 17 km en aval du site. Au niveau de l'épave, la profondeur est aujourd'hui de 7 m. La largeur du lit mineur est d'environ 45 m. Le chenal d'étiage, décentré, se trouve à une dizaine de mètres de la

rive gauche, basse et abrupte. La rive droite, au versant escarpé, présente une grève sédimentaire en pente douce. Le profil longitudinal du lit mineur, étudié sur une longueur de 150 m, met en évidence un relief plat, sans accidents topographiques majeurs. Dans l'hypothèse probable d'une hauteur d'eau antérieure à la construction du barrage moderne de Saint-Savinien comprise entre 1,50 m et 2 m, le profil des berges se modifie. La rive gauche, d'anthropisation récente, prend alors l'aspect d'une grève sédimentaire ; celle de droite, en revanche, évolue moins et conserve un tracé doux en glacis.

- 6 L'hypothèse d'une rive droite pratiquement sans eau jusqu'au centre du lit actuel n'est pas à écarter. Dans ce cadre fluvial recomposé, le lit mineur ancien se situe en rive gauche, où est localisée l'épave.
- 7 Compte tenu de la proximité du site portuaire de Port Berteau, une étude du dépôt de céramiques recouvrant l'épave a été réalisée. L'essentiel du mobilier, provenant de la couche de surface formée de sable coquillier, se compose de céramiques régionales identiques à celles trouvées lors de la fouille du site portuaire. Deux ensembles principaux –en raison de leur importance numérique et de leur poids– se détachent : un groupe composé de pièces des XIII^e-XIV^e s. et un autre constitué de pièces du XVIII^e s. La majeure partie des céramiques médiévales semble avoir été déposée sur le site de Port Berteau II à la suite de crues. Pour les pièces d'époque moderne, il est très probable qu'elles proviennent, pour une large part, de pertes accidentelles et de pièces défectueuses rejetées à l'eau.
- 8 Une autre dimension importante de la connaissance du site fluvial concerne le processus de remplissage et de recouvrement de l'épave. Les coupes stratigraphiques, effectuées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'épave, et les observations sédimentologiques provenant d'une série de carottages (Centre national de Préhistoire, Périgueux) ont fait apparaître en particulier un niveau inférieur, antérieur à celui où est inscrite l'épave. Ce niveau contenait un bois flotté se situant, selon une mesure d'âge au radiocarbone, vers 534 ap. J.-C. Sont apparus également un niveau intermédiaire de crue susceptible d'être associé à la perte du bâtiment et un niveau supérieur marqué par un creusement du remplissage de la coque fracturée. D'origine probablement anthropique, ce creusement pourrait correspondre à une tentative de récupération d'équipement ou de pièces de charpente du bateau.
- 9 Au regard des résultats de l'étude du site fluvial, il semblerait que le bâtiment, en hivernage ou en réparation sur la rive droite de la Charente, à proximité du port, ait été emporté par une crue au début du VII^e s. Dans cette hypothèse se pose la question de l'existence d'un lieu de réparation ou d'hivernage antérieur au fonctionnement du port comme point d'embarquement des productions de céramiques issues des ateliers de la région de Saintes.

10 **3 L'épave**

- 11 L'épave, reposant à l'envers sur le fond de la Charente, a une longueur de 14,60 m et une largeur de 4,80 m. Dans la partie arrière, la coque est conservée en élévation sur une hauteur de près de 1,70 m. Les analyses dendrochronologiques des échantillons de la charpente (laboratoire de Chrono-Écologie, Besançon) ont abouti à une proposition de datation de l'abattage des chênes au cours de l'hiver 599 ap. J.-C., permettant de situer la construction au cours de l'année 600.

12 La coque, aux extrémités en pointe s'achevant sur une étrave et un étambot, se compose d'un ensemble dense de membrures, d'une série de baux traversants dont les extrémités saillantes sont encastrées dans les flancs, d'un bordé à franc-bord dont les joints sont calfatés avec une étoupe végétale, d'un pont avant et arrière, d'un support d'un (ou de deux) gouvernail latéral, comparable à un bau traversant mais dont chaque branche se prolonge à l'extérieur des flancs, sur une longueur de 1,60 m pour l'une et 1,65 m pour l'autre. Les bordages à franc-bord, sans aucune liaison entre eux, sont assemblés aux membrures par des chevilles en bois et, à l'étrave et à l'étambot, par des clous. Ces caractéristiques architecturales, très différentes de celles des embarcations strictement fluviales –de principe monoxyle ou monoxyle assemblé– qui sont attestés au Moyen Âge dans la Charente, paraissent relever de techniques de construction spécifiquement maritime.

13 **4 Le bâtiment**

14 La restitution architecturale de la carène a abouti à définir une coque partiellement pontée, construite sur quille, de 14,29 m de longueur au plat-bord et 4,80 m de largeur au maître couple. Le déplacement à lège (coque équipée) est de l'ordre de 6,8 t pour un tirant d'eau de 0,36 m et un franc-bord de 0,90 m. Sa capacité de charge a été évaluée à une dizaine de tonnes. Architecturalement, le bâtiment semble se rattacher à un système de construction à franc-bord « membrure première » dans lequel la charpente transversale occupe, tant au niveau de la conception que de la construction, une position centrale.

15 Par sa datation, elle représente la plus ancienne attestation de ce système de construction dans le contexte du littoral atlantique. Le développement de la construction à carvel au Ponant était jusqu'alors établi, à partir des seules sources écrites, à la seconde moitié du xv^e s. ; l'épave de Port Bertheau II conduit à une nouvelle lecture de ce phénomène majeur de l'histoire de l'architecture navale médiévale.

16 Fonctionnellement, le bateau de Port Bertheau II, gréé d'une voile carrée d'une surface d'environ 50 m², peut être rattaché à la famille des caboteurs adaptés à une navigation côtière de proximité et à une navigation fluviale. Il est probable, au demeurant, que cette aire de navigation maritime réduite se superpose à celle où était implanté le chantier naval et d'où provenaient également les végétaux utilisés pour calfater la coque. Le milieu environnemental restitué par l'analyse palynologique tendrait à localiser les lieux d'approvisionnement en bordure d'un estuaire ou le long du littoral.

17 Dans le contexte régional, marqué par une absence d'ouverture vers la haute mer qui perdurera jusqu'au milieu du xii^e s. lorsque se développera le port de La Rochelle, le caboteur de Port Bertheau II, par ses caractéristiques architecturales et fonctionnelles, semble correspondre au moyen de transport maritime et fluvial le plus adapté à des échanges de proximité à l'intérieur d'une « région nautique » limitée à l'ouest par les îles de Ré et d'Oléron et à l'est par les trois voies d'eau reliant la côte à l'arrière-pays: la Sèvre-Niortaise, la Charente et la Seudre.

Abstract

1 1 Research framework

2 The Port Berteau II wreck, discovered in 1973, lies at a depth of 7 meters on the bottom of the Charente river. It is located 50 meters downstream from the medieval and modern harbour of Port Berteau, which is on the right bank of the Charente below Saintes (Charente-Maritime). Excavation of the site (1992-1997) marked the final stage of a research project begun in 1971 and dedicated to medieval river transport. The project was concerned not only with boats, but also with changes made to the banks and the Charente's low-water channel. The principal stages were: excavation of the harbour site (1971-1972); prospecting and recording a long a 40 kilometre stretch of the river between Port-d'Envaux below Saintes and Dompierre-sur-Charente above (1984-1986); excavation of the 11th c. wreck and the river site at Orlac (1987-1988); and lastly, excavation of the wreck and river site at Port Berteau II. Located on a part of the Charente which is tidal, the wreck and site at Port Berteau II are part of a sea-river environment which is both different from and complementary to that studied at Orlac, where the context is strictly that of the river.

3 On the basis of choices made during the study of the Orlac site, the underwater excavation of the Port Berteau II wreck was designed as that of an "open structure" directly related to its river environment. The remains of the hull were to be examined using both traditional methods of ship archaeology in order to determine the vessel's technical characteristics and newer methods of nautical archaeology so as to reconstruct the main characteristics of the medieval river environment. From the outset, an excavation strategy based upon this dual approach brought together a study of the hull's remains and, simultaneously, an examination of the site using topography, geoarchaeology, sedimentology and palynology.

4 2 The river site

5 In recent times the Charente river has undergone many alterations. The most significant of these was the construction of the Saint Savinien dam, located 17 kilometres downstream from the wreck site, which now lies 7 metres underwater. The normal width of the river is approximately 45 meters. The low-water channel is off-centre and located some ten meters from the left bank which is low and steep. The right bank has a sharp incline leading down onto a gently sloping

sedimentary shore. A longitudinal section of the riverbed, studied over a distance of 150 meters, shows a flat relief with no major topographical anomalies. Since it is likely that the depth of the river previous to the building of the Saint Savinien dam was between 1.50 and 2 meters, the riverbanks would have presented a different profile. The left bank, where man-made change is recent, would have resembled a sedimentary shore, whilst the right bank would have been little different, that is to say a gently sloping glaciais. The idea that the right bank might have extended as far as the centre of the présent day river cannot be ruled out. This hypothetical reconstruction suggests that the old river bed would have been closer to the left bank, where the wreck was found.

- 6 Given the proximity of the Port Berteau harbour, research was carried out on the pottery deposit which covered the wreck. Most of the finds, which came from a surface layer of shell-bearing sand, comprise regional pottery identical to that found in excavations of the harbour site. Two pottery groups are of significance in terms of their number and weight. One group is comprised of 13th and 14th century ware, the other of pottery from the 18th century. Most of the medieval pottery would seem to have been brought to the Port Berteau II site by flood waters. It is likely that a great deal of the modern pottery is the result of accidental loss or intentional disposal of defective items in the water.
- 7 Another significant dimension of the information gleaned from the river site concerns the process by which the wreck silted up and was covered over. Stratigraphic sections from both inside and outside of the wreck, together with the study of core samples taken by the Centre National de Préhistoire at Périgueux, have brought to light the presence of a lower layer, older than the one in which the wreck lies. The earlier layer contained a piece of driftwood which radiocarbon dating assigns to approximately the year 534 A. D. Also visible were a middle layer resulting from flooding, which may well be related to the boat's sinking, and an upper layer where the fill of the boat's broken hull had been cut into. The cut, probably man-made, may reflect an attempt to salvage equipment or the ship's timbers.
- 8 The results of the river site study suggest that the boat had been carried off by a flood at the beginning of the 7th century whilst either wintering or being repaired on the right bank of the Charente close to the harbour. This hypothesis raises the question of whether a repair and wintering point existed before the harbour came to be used for shipping pottery from the workshops in the Saintes area.

9 **3 The wreck**

- 10 The wreck, lying upside down on the bed of the Charente, is 14.60 meters long and 4.80 meters wide. The rear of the hull is preserved to a height of around 1.70 metres. Dendrochronology measurements carried out on ship-timber samples by the Chrono-Ecology laboratory in Besançon indicate that the oak used came from trees cut down during the winter of 599 A. D. and that the boat was built during the year 600.
- 11 The hull, whose pointed ends are formed by a stem and a stern-post, is made up of a dense assemblage of ribs, a series of cross-beams whose protruding ends are slotted into the sides, carvel planking whose joints are caulked with plant tow, a fore and aft deck, and a support for one (or two) side rudders which resembles a cross-beam but has extremities which extend beyond either side of the boat by 1.60 meters and 1.65 meters respectively. The carvel planks are not linked and are fixed to the ribs with wooden

pegs and to the stem and stern-post with nails. These building techniques appear to be those used on sea-going ships and are very different from those used on strictly river-going vessels which are known to have existed in the Charente area during the Middle Ages and are generally one piece or assembled dug-outs.

12 **4 The vessel**

- 13 Architectural reconstruction of the bottom part of the boat shows that it was partly decked, built on a keel, and measured 14.29 meters long at the gunwales and 4.80 meters wide at the main frame. Unloaded displacement, with the hull equipped, was in the order of 6.8 tonnes for a 0.36 meter draught and a 0.90 meter free board. Its load capacity can be estimated at around ten tonnes. Architecturally-speaking, the boat seems to belong to a carvel built "frame first" ship-building tradition in which the cross-timbers have a central role both from a design and a structural point of view.
- 14 Given its age, the boat is the oldest known example of this building technique on the Atlantic sea-board. Written evidence had previously dated the development of carvel construction at Ponant to the second half of the 15th century. The Port Bertheau wreck will lead to a re-examination of this major phenomenon in the history of medieval naval architecture.
- 15 From a functional point of view, the Port Bertheau II boat, rigged with a square sail whose surface measures 50 square meters, belongs to the family of coasters suited to short-distance Coastal and river navigation. It is likely that this rather small maritime sailing area was also where the boat-yard and the plants used for caulking the hull would have been found. Floral analysis suggests that the plants were part of an environment located along either an estuary or the coast. The region was marked by its lack of access to the open sea until the port of La Rochelle was developed in the middle of the 12th century. In this context, the Port Bertheau II coaster possessed the architectural and functional features best suited to local sea and river trade within a "nautical area" bounded on the West by the Ré and Oléron islands, and on the East by the three waterways (the Sèvre-Niortaise, the Charente and the Seudre) which linked the coast to the hinterland.

Zusammenfassung

1 1 Rahmen der Untersuchung

- 2 Das Wrack des Hafens Berteau II, das in der Charente in 7 m Tiefe lag, ist 1973 entdeckt worden. Es ist 50 m stromabwärts des mittelalterlichen und modernen Hafens von Port Berteau ausgemacht worden, der am rechten Ufer der Charente stromabwärts von Saintes liegt (Charente-Maritime). Seine Ausgrabung (1992-1997) stellte die letzte Etappe eines 1971 begonnenen Forschungsprogramms dar, das die mittelalterliche Binnenschifffahrt zum Thema hatte. Gegenstand der wichtigsten Forschungsetappen waren zwar hauptsächlich die Schiffe, jedoch ebenfalls die Gestaltung des Niedrigwasserflussbettes und die Ufer der Charente sowie die Ausgrabung der Hafenanlage (1971-1973), die 40 km lange Inventar-Prospektion eines Flusssektors, zwischen Port-d'Envaux, stromabwärts von Saintes und Dompierre-sur-Charente stromaufwärts (1984-1986), die Ausgrabung des Wracks aus dem 11. Jh. und der Flussgrabungsstätte von Orlac (1987- 1988) und schließlich die des Wracks und der Flussgrabungsstätte von Port Berteau II. In einem den Gezeiten ausgesetzten Abschnitt der Charente liegend, gehörten das Wrack und die Flussgrabungsstätte Port Berteau II in einen fluvio-maritimen Kontext, der sich von dem ausschließlich fluvialen Kontext der Grabung des Wracks und der Stätte von Orlac wesentlich unterschied und komplementär zu ihm war.
- 3 Auf der Basis der Kriterien, die bei der Studie dieser Stätte definiert worden waren, ist die Unterwassergrabung des Wracks von Port Berteau II als die einer „offenen Struktur“ in direktem Zusammenhang mit seiner fluvialen Umgebung geplant worden. Die baulichen Reste des Rumpfes mussten also einerseits mit den traditionellen Methoden der Marinearchäologie angegangen werden, um die verschiedenen technischen Eigenschaften des Schiffes zu untersuchen, doch auch die neuen Techniken der Unterwasserarchäologie mussten angewandt werden, um die Hauptmerkmale der mittelalterlichen Flusslandschaft zu rekonstruieren. Die Grabungsstrategie ist dieser doppelten Problematik entsprechend definiert worden, indem seit der ersten Grabungskampagne die Erforschung der Rumpfüberreste synchron mit der archäologischen Stätte durchgeführt wurde, die sich auf Beobachtungen topographischer, geoarchäologischer, sedimentologischer und palynologischer Natur stützen.

4 **2 Die Flussgrabungsstätte**

- 5 Heutzutage ist die Charente ein mit verschiedenen Strukturen ausgestatteter Fluss, von denen die wichtigste der Staudamm von Saint-Savinien ist, der sich 17 km stromabwärts von der archäologischen Stätte befindet. Das Wrack liegt heute in 7 m Tiefe. Die Breite des Niedrigwasserflussbettes beträgt ungefähr 45 m. Die dezentrierte Niedrigwasserrinne liegt ungefähr zehn Meter vom linken, niedrigen und steilen Ufer. Das rechte Ufer ist steilhängig mit einem sedimentären, leicht abfallenden Strand. Das Längsprofil des Niedrigwasserbettes ist auf einer Länge von 150 m untersucht worden und weist ein flaches Relief, ohne größere topographische Unebenheiten auf. Es ist wahrscheinlich, dass der Wasserstand vor dem Bau des modernen Staudammes von Saint-Savinien zwischen 1,50 m und 2 m betrug; das Uferprofil hat sich dementsprechend verändert. Das linke, erst kürzlich von Menschenhand veränderte Ufer, bietet nun das Bild einer sedimentären Uferböschung, das rechte hingegen hat sich weniger verändert und bewahrt eine leicht abfallende Böschung. Die Hypothese eines, bis in die heutige Flussmitte praktisch wasserfreien rechten Ufers ist nicht auszuschließen. Das alte Niedrigwasserbett liegt in diesem veränderten Flussbett auf der linken Uferseite, dort wo das Wrack geortet worden ist.
- 6 In Anbetracht der Nähe des Hafens von Port Berteau, ist eine Studie des Keramikdepots vorgenommen worden, das das Wrack bedeckt. Der Grossteil der Fundobjekte aus der Deckschicht aus Muschelsand, setzt sich aus regionaler Keramik zusammen, die der entspricht, die im Laufe der Grabung auch im Hafen gefunden wurde. Zwei Hauptgruppen lösen sich –durch ihre Anzahl und ihr Gewicht– aus der Masse heraus: eine Gruppe aus Gefäßen des 13. bis 14. Jh. und eine andere aus Gefäßen des 18. Jh. Der größte Teil der mittelalterlichen Keramik scheint am Fundort Port Berteau II infolge von Überschwemmungen abgelagert worden sein. Was die Keramik aus moderner Zeit anbetrifft, ist sehr wahrscheinlich, dass es sich überwiegend um zufällige Verluste und schadhafte Stücke handelt, die man absichtlich ins Wasser geworfen hatte.
- 7 Eine andere bedeutende Dimension der Erkenntnisse aus der Grabungsstätte im Fluss betrifft den Auffüll- und Überdeckungsprozess des Wracks. Die sowohl inner- wie außerhalb des Wracks durchgeführten stratigraphischen Schnitte, und die Sedimentstudien aus einer Sérié von Karotagen (Centre national de Préhistoire, Périgueux) haben insbesondere ein tiefergelegenes Niveau aufgezeigt, das älter ist als das Niveau, in dem das Wrack eingebettet liegt. In dieser hat man Treibholz gefunden, das anhand einer Radiokarbonmessung in die Zeit um 534 n. Chr. datiert wurde. Es ist ebenfalls ein intermediäres Überschwemmungsniveau aufgezeigt worden, dem vielleicht der Verlust des Schiffes zugeschrieben werden kann sowie ein höheres Niveau, das sich durch eine Aushöhlung der Auffüllung des geborstenen Wrackrumpfes auszeichnet. Wahrscheinlich anthropogenen Ursprungs, könnte diese Aushöhlung einem Versuch entsprechen, einen Teil der Ausrüstung oder des Schiffsrahmens herauszuholen.
- 8 Die Forschungsergebnisse der Grabung im Fluss scheinen zu ergeben, dass das Schiff wahrscheinlich zur Überwinterung oder zur Reparatur am rechten Ufer der Charente, in Hafennähe vor Anker lag und im 7. Jh. von einer Überschwemmung mitgerissen worden ist. In diesem Fall stellt sich die Frage der Existenz einer Reparatur- oder Überwinterungsstätte, die älter wäre als der Hafen in seiner Rolle als Ladepunkt für die Keramikprodukte aus den Manufakturen der Gegend von Saintes.

9 3 das wrack

- 10 Das umgekehrt auf dem Grund der Charente liegende Wrack ist 14,60 m lang und 4,80 m breit. Im hinteren Teil ist der Rumpf auf einer Höhe von ungefähr 1,70 m erhalten. Die dendrochronologischen Analysen der Probeentnahmen im Holzgerüst (laboratoire de Chrono-Écologie, Besançon) haben ergeben, dass die Eichen um 599 n. Chr. im Winter gefällt worden sein müssen, was den Bau im Laufe des Jahres 600 nahe legt.
- 11 Der Rumpf mit zugespitzten Enden, die in einem Vorsteven und einem Hintersteven auslaufen, setzt sich aus einem dichten Spantengerüst, einer Serie von Querbalken mit in den Flanken eingelassenen vorspringenden Enden, eine Beplankung an Freibord deren Fugen mit einer geteerten pflanzlichen Materie kalfatert waren, einer Vorder- und Hinterbrücke, einem Träger von einem oder zwei seitlichen Rudern, vergleichbar mit einem Querbalken, dessen Arme sich über die Flanken hinaus über eine Länge von 1,60 einerseits und 1,65 andererseits verlängern. Die Planken an Freibord, ohne jede Verbindung untereinander, sind mit den Spanten mit Holzdübeln, am Vorsteven und Hintersteven mit Nägeln verbunden. Diese baulichen Eigenschaften unterscheiden sich wesentlich von denen der ausschließlich für die Binnenschifffahrt gebauten Booten – aus einem Stück oder mehreren zusammengesetzten Einzelteilen- die im Mittelalter in der Charente bezeugt sind; sie scheinen im Gegenteil von speziell maritimen Konstruktionstechniken zu zeugen.

12 4 Das Schiff

- 13 Die bauliche Rekonstruktion des Kiels hat dazu geführt, einen teilweise überbrückten auf Kiel gebauten Schiffskörper zu definieren, von 14,29 m Länge am Schandeck und 4,80 m Hauptspant. Die Wasserverdrängung ohne Fracht (mit ausgerüstetem Rumpf) liegt bei 6,8 t bei einem Tiefgang von 0,36 m und einem Freibord von 0,90 m. Sein Ladegewicht ist auf ungefähr 10 Tonnen geschätzt worden. Aus baulicher Sicht scheint das Schiff einem Freibordkonstruktionssystem. Primärspant" zuzuordnen zu sein, in dem das Quergerüst sowohl in konzeptioneller wie in konstruktiver Hinsicht eine zentrale Position einnimmt.
- 14 Dank seiner Datierung stellt es das älteste Beispiel dieses baulichen Systems in der Région dar. Die Entwicklung des Karviel Werks im an der Atlantikküste war bisher, ausschließlich auf schriftlichen Quellen basierend, in der zweiten Hälfte des 15. Jh. bekannt; das Wrack von Port Berteau II führt zu einer neuen Interpretation dieses äußerst wichtigen Phänomens der Geschichte des mittelalterlichen Schiffbaus.
- 15 Funktionsmäßig kann das Schiff aus Port Berteau II, mit seinem ungefähr 50 m² großen quadratischen Segel der Familie der Küstenschiffe zugeordnet werden, die der Navigation in Küstennähe und der Binnenschifffahrt angepasst sind. Es ist übrigens möglich, dass dieser begrenzte maritime Navigationsbereich sich mit dem überlagert, in dem die Werft angesiedelt war und aus dem ebenfalls die Pflanzen stammten, mit denen der Rumpf kalfatert war. Die Umwelt ist mittels einer Pollenanalyse rekonstruiert worden und es wird vermutet, dass man sich am Rande einer Flussmündung oder längs der Küste mit den nötigen Pflanzen versorgte.
- 16 Der regionale Kontext zeichnete sich bis in die Mitte des 12. Jh. als der Hafen La Rochelle ausgebaut wurde, durch das Fehlen einer Öffnung auf das Meer aus. Seine baulichen und funktionellen Eigenschaften scheinen das Küstenschiff Port Berteau II zum, dem See- und Flussverkehr am besten angepassten Transportmittel zu machen, das sich für Tauschgeschäfte im kleinen Umkreis einer „nautischen Région" eignete, die im

Westen von den Inseln Ré und Oléron begrenzt war und im Osten von den drei Wasserwegen, die die Küste mit dem Hinterland verbanden: die Sèvre-Niortaise, die Charente und die Seudre.