



## L'épave du XV<sup>e</sup> siècle de Cavalaire : un exemple de l'évolution de la technique navale à clin vers une assimilation de la construction à franc-bord

*Marion Delhaye, Archéologue, CERAME, France*

Il est bon, avant de présenter l'épave de Cavalaire et son particularisme, de comprendre l'état de la recherche française en archéologie maritime. Sur plus de deux cents épaves recensées ou fouillées sur les côtes françaises, seulement trois épaves médiévales ont été découvertes et étudiées, révélant des vestiges architecturaux importants: l'épave de l'Aber Wrac'h, navire entièrement construit à clin, l'épave des Marinières, navire à franc bord et l'épave de Cavalaire, navire à construction mixte c'est dire à la fois à clin et à franc-bord. A cela s'ajoute cinq épaves du haut Moyen Age mais dont l'état des vestiges ligneux ne donne que peu d'informations sur la conception navale de leurs carènes.

Il a donc été normal de se pencher sur les recherches universitaires européennes et outre-atlantique pour déterminer l'origine des techniques pouvant être communes entre le navire de Cavalaire et les autres épaves fouillées, d'époques à peu près équivalentes.

### **Présentation de l'épave**

Les vestiges sont situés dans le sud de la France à quelques kilomètres de Saint Tropez, à une profondeur d'une douzaine de mètres à l'extérieur du port de Cavalaire (Fig.1). La découverte fortuite de ce navire vient de la création d'un courant longeant la nouvelle digue du port qui a désensablé tout un espace et fait ressurgir l'épave.

Déclarée en 1987, elle est redécouverte par l'équipe du Ceramc<sup>1</sup> en 1992 lors d'une prospection programmée, proposée à l'époque par Monsieur Robert Lequément alors Conservateur en chef du patrimoine, responsable du DRASSM. L'importance de la découverte fut immédiate. Il s'avérait que le navire explosé en plusieurs fragments, présentait une structure à clin sur certaines parties de sa coque. Fragilisée par la présence de ce courant permanent, non protégée par les coups de vents de sud-est, l'épave menaçait de disparition à brève échéance.

(Fig.2, Fig.3)

Ce n'est que deux ans plus tard, en 1994 qu'il a été délivré une autorisation pour expertiser le bâtiment. Malheureusement, le temps avait déjà fait son œuvre, et nous ne pouvions que constater les importants dommages.

(Fig.4, Fig.5)

Une partie du navire avait disparu ainsi que la moitié du clin, le galbord tribord était réduit à sa plus simple expression sans parler de la désintégration du sommet des varangues en arrière du maître-couple, parties très importantes pour les différents calculs de la forme de la carène. Seuls les vestiges à franc-bord très ensablés, avaient plutôt bien résisté aux nombreuses tempêtes de l'année précédente.

Une fouille de sauvetage urgent a été réalisée en 1995, dirigée par Guilaine Thirion et moi-même, sur une période de deux mois rallongée d'un mois pour le relevage de six canons. Le travail principal fut la réalisation d'un plan des structures existantes à l'échelle au 1/10<sup>e</sup>me (Fig. 6) ainsi que le calque à l'échelle 1 (Fig.7) des éléments de la partie 2, en cours de désintégration. S'ajouta une opération de relevés et de démontage de l'épave en 1996 grâce à un partenariat canadien et hispano-basque avec la participation de Brad Loewen, maintenant professeur à l'Université de Montréal et plusieurs étudiants des universités de Laval à Québec, de Tours et Dijon en France.

### **Culture matérielle de l'épave de Cavalaire**

La période de la deuxième moitié du XV<sup>e</sup> siècle a été confirmée par la vaisselle céramique du site, typique de la Ligurie au nord de l'Italie<sup>2</sup>.

Le navire de Cavalaire était armé d'au moins huit canons de modèles variés (Fig.8) ; quelques boîtes à poudre ont été enregistrées ainsi que la confirmation de la présence d'armes de jet, du fait de la présence de flèches et de carreaux d'arbalètes.

En relation avec les structures des châteaux avant et arrière, de nombreux éléments d'accastillage ont été découverts allant de la chaîne appartenant aux cadènes de haubans avec leurs caps de mouton

<sup>1</sup> Centre d'Etude et de Recherche en Archéologie Médiévale, Moderne et Contemporaine : association créée en 1987 par des étudiants en doctorat en archéologie médiévale de Paris 1, Aix en Provence et Tours.

<sup>2</sup> HENRY AMOURIC, FLORENCE RICHEZ, LUCY VALLAURIS, vingt mille pots sous les mers, catalogue d'exposition, Musée d'Istres, Editions Edisud, 1999, pp.53-54

poules diverses, moques (Fig.9), éléments de colliers de racage, taquets, cabillauds et autres objets dont la destination et l'utilisation sont encore inconnues<sup>3</sup>. Tous ces éléments nous permettent de reconstruire une partie du système d'accastillage de la mâture.

A cela s'ajoutent des sondages réalisés à quelques dizaines de mètres à l'est du navire, situation calculée d'après la probable longueur du mât principal ainsi qu'au sud de l'étrave dans l'hypothèse de retrouver des fragments de vergue ou de mât de misaine. Ces travaux ont révélés d'autres éléments de mâture et d'accastillage dont un objet qui pourrait être un élément situé en haut d'un mât<sup>4</sup>. Malheureusement la plupart de ces artefacts trop fragiles, n'ont pu être remontés.

Autre élément spectaculaire est la présence du gouvernail exceptionnellement complet et en parfait état de conservation (Fig.10). Celui-ci avait glissé sous la coque et a ainsi été protégé. Long de 4,20m il a la particularité de posséder, encore fixée au safran, la première partie de la barre manuelle (Fig. 11). La deuxième partie a été mise au jour ultérieurement, ses dimensions, légèrement trapézoïdales, s'emboîtent parfaitement dans la première partie. (Fig. 12) Un troisième élément beaucoup plus fin muni d'un système de crochet métallique s'adaptant au deuxième avait également été découvert mais réensablé. La présence du gouvernail complet permet de montrer une quête d'étambot quasi nulle puisque l'on obtient un angle de 90°. Un bémol à cette affirmation, il est néanmoins courant que la base du safran puisse dépasser de la quille.

Malheureusement, cette importante découverte médiévale a été attaquée par des pirates modernes qui ont désensablé tout l'intérieur de l'épave à la fin des années 80. Cette triste opération a fragilisé le milieu et exposé le navire à une détérioration beaucoup plus rapide. Des sondages avaient également été effectués (fig.13) ; il est logique de penser que de nombreux artefacts ont dû être découverts puisque lors de nos propres travaux, les zones vierges ont livré un pourcentage important de matériel de bord, d'accastillage et d'armement.

## **Etat des connaissances actuelles dans le domaine de l'archéologie navale du XVe-XVIe siècle**

### ***Les recherches de Thomas Oertling et de Eric Rieth***

Le cas de l'épave de Cavalaire encore non identifiée, est assez particulier pour se pencher sur les épaves déjà découvertes de périodes à peu près contemporaines.

Les analyses de Thomas Oertling avaient déjà mises en évidence certaines techniques communes qu'il avait identifiées comme étant typique de la construction ibérico-atlantique<sup>5</sup>.

Contrairement aux épaves étudiées nanties de ces techniques, toutes à construction à carvelle, l'épave de Cavalaire est un exemple type de ce que l'on pourrait identifier comme une sorte de parangon mixant la construction traditionnellement à clin nordique et la construction navale à franc-bord méditerranéenne<sup>6</sup>. Initialement, l'importance historique de ce navire avait été largement reconnue grâce à la coexistence du clin, la construction à carvelle et une structure d'assemblage des membrures ressemblant étrangement au navire basque du XVIe siècle trouvé à Red Bay, Labrador.

Depuis la fouille de l'épave de Cavalaire, nous avons eu la chance que soit étudié un deuxième site dit des Marinières à Villefranche sur Mer, travaux dirigés par Michel Daeffler. Bien que cette fouille ne soit pas encore publiée de manière exhaustive, les nombreuses discussions et un article à paraître, ont permis de mettre à plat les ressemblances et les contradictions relevées entre les deux bâtiments et de confirmer que le navire de Cavalaire était un exemple très particulier avec une origine non méditerranéenne. A cela s'ajoute la découverte d'une série d'épaves du XVe et XVIe siècles, sur le littoral portugais ainsi que sur les côtes américaines, toutes, semble-t-il, originaires de la péninsule ibérique, autant de vestiges pouvant éclairer l'origine des techniques employées sur le navire de Cavalaire. Thomas Oertling avait déjà défriché une partie du problème en mettant en parallèle les différentes caractéristiques techniques de construction relevées sur ces épaves et en réalisant une sorte de typologie de ces paramètres communs. Cette étude fut suivie d'une analyse plus poussée d'Eric Rieth montrant ce qu'il appelait à l'époque les signatures architecturales<sup>7</sup> de la construction ibérico-atlantique, nous permettant ainsi de mieux cadrer notre étude.

### ***Quelques exemples de signatures architecturales sur l'épave de Cavalaire***

<sup>3</sup> GUILAINE THIRION, Ho, Hisse et Ho ! L'accastillage d'un navire du XVe siècle, Infoceramc, n°3, 1995, pp.9-15

<sup>4</sup> pièce assez rudimentaire faite dans une branche de petit calibre dans laquelle ont été forés plus de cinq trous, permettant le passage de cordages.

<sup>5</sup> THOMAS J. OERTLING, Characteristics of fifteenth and sixteenth century iberian ships, in the Philosophy of shipbuilding conceptual approaches to the study of wooden ships, Frederick Hocker and Chery A.Ward, Texas A&M University Press, 2004 pp.129-136

THOMAS J. OERTLING, The Concept of the Atlantic Vessel, Proceedings International Symposium on Archaeology of medieval and modern ships of iberian-atlantic Tradition Hull remains, manuscripts and ethnographic sources : a comparative approach. Francisco Alvez, ed. Lisbonne, 1998 pp. 233-240

<sup>6</sup> MARION DELHAYE, L'épave de Cavalaire : navire du XVe siècle : un exemple d'architecture navale composite ? Proceedings of the International Colloquium, Navigation, trade and environment in the Mediterranean, Okeanos Montpellier 1996 p.90-96

<sup>7</sup> ERIC RIETH, Construction navale à franc-bord en Méditerranée et Atlantique XVe-XVIe siècle et signatures architecturales : une première approche archéologique, Méditerranée Antique, pêche, navigation, commerce CTHS Aix en Provence 1998

En reprenant quelques-unes de ces fameuses caractéristiques architecturales du 15<sup>e</sup> et 16<sup>e</sup> siècles des navires ibérico-atlantiques et en les comparant avec le navire de Cavalaire, nous pouvons avancer quelques observations.

#### *Les assemblages à queue d'aronde*

Sur 29 membrures analysées, 26 sont assemblées à queue d'aronde.(fig.14) Mais, contrairement aux analyses de Thomas Oertling, il ne s'agit pas seulement des couples centraux mais de tout l'ensemble varangues et fourcats compris. L'assemblage à queue d'aronde serait effectivement réalisé avant le positionnement des membrures sur la quille, les varangues étant mortaisées et les genoux portant les tenons. Ces constantes d'assemblage à queue d'aronde ont été également remarquées sur les épaves de Western Ledge<sup>8</sup>, du San Juan (Red Bay, Labrador)<sup>9</sup>, de Catterwater<sup>10</sup> et de Highborn Cay<sup>11</sup>(fig.15). Un détail cependant particulier à l'épave de Cavalaire, est à signaler. En effet il a été observé que certains genoux (par exemple genoux G89, G90 ou G91) portent à la fois une double entaille mortaise et tenon alors que la varangue associée ne présente qu'une mortaise. Cela sous-entendrait une taille du genou en préfabrication ou tout simplement un réemploi. L'homogénéité des bois de chêne ayant été constatée sur les membrures, il serait vraisemblable d'envisager l'hypothèse de la préfabrication du genou, le tenon étant sculpté a posteriori pour s'emboîter parfaitement dans la mortaise de la varangue. La consolidation entre le genou et la varangue est effectuée uniquement par deux gournables transversales, l'une systématiquement enfoncée dans l'assemblage même, la deuxième éloignée généralement de vingt à trente centimètres vers l'extrémité de la varangue. Une membrure se démarque de toutes les autres: le maître-couple composé de la varangue Va 96 et de ses deux genoux G96 et G97, a son double écart à queue d'aronde traversé par deux gournables. Sur les trois membrures restantes, positionnées verticalement sur le départ de l'étrave mais sans aucun contact avec cette dernière, les trois ½ varangues Va 112, Va 113 et Va 114 sont maintenues aux genoux G113, G114 et G115 non pas par des assemblages à queue d'aronde mais par des fixations réalisées soit avec des clous et des gournables soit uniquement par gournables :

½ Varangue Va 112/ genou G113 : deux gournables transversales traversantes bien que la ½ varangue Va 112 soit très mince de section. La base de la demi-varangue a 11 cm d'épaisseur mais seulement 9 cm à l'autre extrémité.

½ Varangue Va 113/ genou G114 : très abîmés, l'observation fut assez difficile. Cependant elle a permis de déceler une gournable traversante.

½ Varangue Va 114/ genou G115 : deux gournables traversantes, deux clouages traversants, deux clouages non traversants<sup>12</sup>.

#### *Fixation des virures de bordé aux membrures*

Le système de fixation observé entre le bordé et les membrures reprend assez fidèlement les caractéristiques ibérico-atlantiques. Il consiste en un enfoncement de deux paires de clous et de gournables, chaque paire étant constituée d'un clou de 10 mm de section et d'une gournable d'environ 30 mm pour sa partie la plus large (fig.16) ou bien par une gournable et deux clous. Ce mode de fixation est également utilisé sur toutes les réparations du bordage du navire, puisque le charpentier reprend les trous existants sur la membrure (Fig.17).

Néanmoins, ce système de fixation possède cependant quelques irrégularités que l'on remarque au niveau des jonctions bordé/étrave. Celles-ci sont uniquement réalisées par clouage, clous de sections identiques aux autres utilisés, ne dépassant pas 10 mm de côté.

De facture légèrement différente sont abordés les recouvrements des virures de bordé à franc-bord par les virures de bordé à clin et leurs liaisons sur les membrures. Le système de liaison ibérico-atlantique du bordé sur les membrures est repris mais la gournable est systématiquement déportée vers le milieu de la virure de bordé à franc-bord afin de ne pas transpercer la virure à clin. La fixation du franc-bord à la première virure de clin et aux membrures représentées par les genoux et allonges, se fait uniquement avec des clous, un clou par genou et par allonge<sup>13</sup>.

<sup>8</sup> WATTS JR.G.P. The Western Ledge Reef wreck: a preliminary report on the investigation of the remains of a 16 th century shipwreck in Bermuda, The International Journal of Underwater Archaeology 22.2 1993 pp.103-124

<sup>9</sup> GRENIER ROBERT, Basque Whalers in the New World : the Red Bay Wrecks in BASS GEORGES F. ED. Ships and Shipwrecks of the Americas. London. Thames and Hudson pp.69-84

<sup>10</sup> MARC REDKNAP, The Catterwreck Wreck, the investigation of an armed vessel of the early sixteenth century, Greenwich National Maritime Museum, Archeological Series n°8, British Archaeological Reports Series 131-1984

<sup>11</sup> THOMAS J. OERTLING, Characteristics of fifteenth and sixteenth century iberian ships, in the Philosophy of shipbuilding conceptual approaches to the study of wooden ships, Frederick Hocker and Chery A.Ward, Texas A&M University Press, 2004 pp.129-136

<sup>12</sup> A noter que la membrure composée de Va114 et G115 est la seule à présenter les deux systèmes de fixations transversales clous/gournables de toutes les membrures étudiées du navire.

<sup>13</sup> Cependant le système évolue dans les parties hautes du clin à partir de sa deuxième virure de bordé par les liaisons traditionnelles du clin qui sont les rivets et viroles.

### *Etude sur l'emplacement de l'emplanture du mât*

La dégradation de l'épave a enlevé toute possibilité de travailler sur l'emplanture du mât. Néanmoins nous avons eu la chance que quatre taquets T10, T11, T12 et T13 soient conservés, fixés par deux gournables sur les varangues centrales Va 94, Va 95, Va 96 (Maître-couple) et Va 97 (fig. 18 et 19). Leur présence permet d'émettre l'hypothèse que nous sommes face à l'emplacement du massif d'emplanture du mât. Ces quatre taquets s'appuyaient sur la serre d'emplanture S1, l'autre extrémité hélas très érodée devait permettre vraisemblablement l'encastrement du massif d'emplanture du grand mât. En observant les différents dispositifs mis au jour sur les épaves de Catterwater<sup>14</sup>, Le San Juan<sup>15</sup> et celle de Ria de Aveiro A<sup>16</sup>, nous nous apercevons qu'il existe pour chacune, quelques points communs avec celle de Cavalaire. En premier lieu nous étions désorientés sur le fait que l'emplanture prenait directement appui sur les varangues. Heureusement, les fouilles des trois épaves démontrent que celle-ci pouvait effectivement se plaquer directement sur les membrures. Mais le dispositif le plus apparenté à celui de Cavalaire est représenté sur l'épave de Red Bay tel que le démontre Robert Grenier au colloque de Lisbonne. L'épave de Cavalaire reprend la disposition des taquets s'appuyant contre la serre d'emplanture, et placés sur les varangues. Il peut sembler surprenant que la fixation de chaque taquet pour le blocage du massif d'emplanture soit effectuée simplement par deux gournables.

### *Les cadènes de hauban*

Avant-dernière signature qui semble toutefois n'être pas l'apanage d'une signature particulièrement iberico-atlantique mais plutôt du gréement à voile carrée, est la présence de cadènes de haubans réalisées avec des chaînes. Le bas de la cadène est fixé sur une virure du bordé à clin des œuvres mortes, (Fig.20), le haut encercle un cap de mouton. Il est impossible à l'heure actuelle de donner les hauteurs précises de ces chaînes. Fortement concrétionnées, elles sont actuellement en attente de radiographies pour déterminer les dimensions de chaque maillon.

### *Taille du galbord*

Dernier élément à mentionner est la sculpture du galbord à l'avant qui lui permet de s'adapter plus facilement sur le massif de l'étrave (Fig.21 Fig.22). L'angle de chaque galbord varie de 81° à 87° par rapport à l'horizontal mais atteint 45° au niveau des couples situés immédiatement en arrière de la maîtresse-varangue, pour se resserrer un peu plus loin. Afin de les maintenir avec un angle aussi aigu, les deux galbords sont reliés l'un à l'autre par un dispositif de gournable passant au-dessus de la quille à l'avant et à l'arrière du navire. Leurs virures sont solidement clouées à la quille avec un espacement régulier d'environ 27 cm entre les clouages. Seulement une gournable a été observée entre les clouages, fixant le galbord dans le massif de l'étrave. La fixation du galbord sur la quille est d'autant plus importante qu'elle régit la solidité de l'ensemble. En effet la majorité des varangues est clouée non sur la quille mais sur le galbord. Seules les varangues possédant un talon dissocié ont une liaison avec la quille

### *Conception du maître couple*

Nous nous sommes intéressés aux spécificités existantes de la construction méditerranéenne et atlantique au XVIe siècle. Les travaux effectués sur les traités d'architecture navale du XVIe et début du XVIIe siècle, suggèrent des particularismes locaux pouvant être observés dans les méthodes de conception de carène. Notre travail toujours en cours, est de mettre en évidence, que la conception architecturale du navire de Cavalaire puisse se rattacher à des théories développées dans certains manuscrits qu'ils soient anglais, méditerranéens ou ibériques.

Tous ces documents sur l'architecture navale, décrivent la conception du maître-couple basé sur un système d'arcs tangentiels. Les membrures en avant et arrière du maître-couple sont systématiquement modifiées. D'après les manuscrits anglais, une méthode appelée « hauling down the futtock »<sup>17</sup> est appliquée. Les manuscrits espagnols et italiens mentionnent la méthode que l'on appelle en France « trébuchement », décrites dans les textes français plus tardifs du début du XVIIIe siècle.

<sup>14</sup> MARC REDKNAP, The Catterwreck Wreck, the investigation of an armed vessel of the early sixteenth century, Greenwich National Maritime Museum, Archeological Series n°8, British Archaeological Reports Series 131-1984 p.99

<sup>15</sup> ROBERT GRENIER, The basque whaling ship from Red Bay, Labrador : a treasure trove of data on Iberian atlantic shipbuilding design and techniques in the mid-16<sup>th</sup> century, Proceedings International Symposium on Archaeology of medieval and modern ships of iberian-atlantic Tradition Hull remains, manuscripts and ethnographic sources : a comparative approach. Francisco Alvez, ed. Lisbonne, 1998 p.278

<sup>16</sup> FRANCISCO ALVES, ERIC RIETH, PAULO RODRIGUES, MIGUEL ALELUIA, RICARDO RODRIGO, CATARINA GARCIA, EDOARDO RICCARDI, The hull remains of Ria de Aveiro A, a mid-15th century shipwreck from Portugal : a preliminary analysis. In Proceedings International Symposium on Archaeology of medieval and modern ships of iberian-atlantic Tradition Hull remains, manuscripts and ethnographic sources : a comparative approach. Francisco Alvez, ed. Lisbonne, 1998 pp.317-345

<sup>17</sup> RICHARD BARKER, Design in the Dock Yards, about 1600, Carvel construction Technique, Fifth International Symposium on Boat and Ship Archeology; edited by R. Reinders and Kees Paul, 1988 pp.64-65

Dans notre étude exhaustive du navire de Cavalaire, nous proposons une analyse sur la conception de ce navire et d'établir quelles méthodes ont été appliquées par les charpentiers<sup>18</sup>.

Cependant, nous n'aborderons ici que superficiellement la recherche qui est actuellement réalisée par Brad Loewen sur le gabariage des couples. L'observation préliminaire de chaque pièce de charpente de la carène démontre indiscutablement que tous les couples sont gabariés. Le gabariage des varangues et des genoux ne peut paraître spectaculaire si l'on omet d'ajouter que les allonges qui constituent toute la partie à clin du navire présentent les mêmes incurvations que les autres éléments de membrure, sous-entendus l'utilisation des mêmes gabarits pour les genoux et les allonges.

#### *Conception du maître-couple*

D'après Brad Loewen, la conception du maître-couple<sup>19</sup> (Fig.23) de l'épave de Cavalaire s'apparente à la méthode atlantique grâce à la détermination de la variation de trois arcs de cercle primordiaux à la construction navale : l'arc du bouchain, l'arc du genou et l'arc du bau. Si le navire est d'origine basque, l'unité de mesure utilisée sera principalement la coudée basque qui est de 0.5746 m, mesure prouvée historiquement et utilisées dans les proportions de la construction navale des côtes basques françaises et en Asturie dans le Nord de l'Espagne.

Afin de pouvoir reconnaître les arcs utilisés dans la construction du bâtiment, il a été conçu une abaque composée d'arcs de cercle distants les uns des autres par une coudée basque réduite à l'échelle au 1/10<sup>e</sup>. Puis d'après les couples tracés suivant les relevés effectués lors de la fouille archéologique, il a pu être déterminé plusieurs arcs de cercle nécessaire à la construction du maître-couple. Nous avons ainsi calculé que l'arc maximum est de 5,8 mètres soit exactement la mesure de 10 codos basques. Trois arcs sont reconnaissables, l'un d'un rayon de 10 coudées prédétermine la courbure du genou, un deuxième de 2 coudées ½ donne la courbure du bouchain et le troisième de 3 coudées ½ représente la courbure du bau. Il est également intéressant de noter que le système des arcs se prolonge au niveau des allonges, là où la technique de construction de la coque se transforme de la méthode à carvel au clin.

La hauteur du pont est calculée d'après l'emplacement de la serre bauquière. L'angle biseauté de la face supérieure permet d'émettre l'hypothèse des dimensions du bouge du pont. La hauteur du pont ainsi obtenu atteint quatre coudées basques soit 2,90m. Cette hauteur de pont ou plus exactement devrait-on dire du creux correspond à la hauteur typique de la construction navale basque, décrite par Mickael Barkham<sup>20</sup>. Cette conception du maître-couple correspond aux méthodes découvertes dans les traités de construction un siècle plus tard à la fois dans les contextes anglais et espagnols.

#### ***Les modifications des membrures en avant et en arrière du maître-couple.***

Poursuivant notre comparaison entre les traités et les manuscrits les plus anciens concernant la conception architecturale navale et le navire de Cavalaire, nous avons identifié les modifications qui ont été appliquées sur les membrures en avant et en arrière du maître-couple.

#### *La réduction du plat de la varangue*

La diminution du plat de la varangue<sup>21</sup> (fig. 24) est très peu marquée, mais en comparant la varangue du maître-couple à la varangue Va 91, une réduction de 9 cm du plat a été observée.

#### *Le recalement*

Ce dernier est effectué grâce aux glissements des arcs de cercle, les uns sur les autres, après la réduction du plat de la varangue. L'épave de Cavalaire montre que les arcs s'ils sont identiques, ont leur emplacement modifié par un glissement de l'extérieur vers la quille.

Nous avons remarqué une variation de la forme des membrures à la base de l'arc. Cette modification peut-être montrée comme une réduction de la corde correspondant à la méthode appelée « hauling down the futtock » dans les manuscrits anglais. Le navire de Cavalaire prouve que ces théories étaient utilisées communément au bas moyen âge.

---

<sup>18</sup> Publication à paraître dans le cours de l'année 2008

<sup>19</sup> LOEWEN BRAD et MARION DELHAYE, The 15th-Century Cavalaire (Provence) Shipwreck: A Precursor of the Red Bay Vessel? Society for historical archaeology, Conference on Historical and Underwater Archaeology, Corpus Christi, Texas, 1997

<sup>20</sup> MICHAEL BARKHAM, Sixteenth Century Spanish Basque Ships and Shipbuilding : the multipurpose nao in C.O. Cerderlung(edit.) Postmedieval Boat and Ship Archaeology, British Archaeological Reports, International Series 256, 1985, pp. 113-135

<sup>21</sup> Les charpentiers appellent plat de la maîtresse-varangue, la partie plate qui est égale à la section horizontale de son gabarit et qui logiquement repose sur la face supérieure de la quille, ce qui n'est que rarement le cas sur l'épave de Cavalaire.

### *L'acculement*

L'acculement de la maîtresse-varangue consiste à calculer l'élévation verticale du plat de la dite varangue par rapport à la face supérieure de la quille.

Sur l'épave de Cavalaire, une grande partie des varangues entre les deux couples de balancement est nantie d'un talon indépendant. Le faciès des varangues présente pour quelques-unes, un plat important qu'il a fallu modifier par l'apport de talons de hauteurs différentes suivant l'acculement désiré. Cela n'est pas sans rappeler les questions posées lors de la découverte de varangues isolées en cours de taille sur un ancien chantier naval médiéval de la Praça do Municipio à Lisbonne.<sup>22</sup> Les archéologues déterminaient le possible emplacement des varangues par le peu d'acculement présenté. L'apport de ces talons au moment de la construction d'un navire tel que nous l'observons sur l'épave de Cavalaire, permet de comprendre que l'on peut utiliser des membrures un peu plus plates à des emplacements éloignés de la maîtresse-varangue et surtout de pallier à des carences de matières premières. Cependant, il semble dans les premières études de l'architecture du navire de Cavalaire, que nous soyons face à un acculement constant entre les deux couples de balancement avant et arrière.

En conséquence l'étude de l'épave de Cavalaire malgré une grande parenté avec les techniques architecturales atlantiques, montre qu'elle inclue également la méthode du « hauling down the futtock » qui est particulière aux manuscrits anglais mais que l'on rencontre également sur un des navires étudiés par Michel Daeffler<sup>23</sup>.

Ces trois modifications du maître-couple retrouvées également en avant et en arrière correspondent parfaitement aux concepts étudiés dans les manuscrits de constructions navales écrits un siècle plus tard.

### **La complexité de la structure du navire de Cavalaire : quelques exemples**

Une attention particulière a été portée aux techniques d'assemblage des éléments de charpente de l'épave de Cavalaire. Ces techniques assez complexes sont néanmoins connues dans le milieu maritime et particulièrement sur les chantiers nordiques.

Sans aller trop loin dans les détails, nous émettons l'hypothèse que l'épave de Cavalaire est assimilée au niveau du fond de carène, à une tradition bordé premier. Comment se traduit-elle ?

La construction se déroulerait en plusieurs étapes dont voici les principales :

#### ***Le principe de bordé premier appliqué dans le cas de l'épave de Cavalaire.***

La construction du navire débute par la mise en place de la quille taillée dans du chêne caducifoliée. Elle est composée d'au moins deux éléments.

Le premier axe central de 14 m laisse apparaître sur sa face inférieure une partie de l'aubier. La râblure est taillée de telle manière qu'elle présente un angle différent entre l'avant de la quille, son milieu et l'arrière. La face supérieure de la quille est sculptée montrant un décrochement d'environ 8 cm de haut situé au niveau de la 15<sup>e</sup> et 16<sup>e</sup> varangue de part et d'autre du maître-couple, (fig.25) à l'avant au niveau de la varangue 111 et de la varangue 80 sur l'arrière. Plusieurs hypothèses ont été émises telle la position des couples de balancement, ou bien la limite d'une possible carlingue ; cependant celle qui paraît actuellement la plus judicieuse serait l'intégration de la contre-quille<sup>24</sup> à la quille. La partie d'étrave est reliée à la quille par un écart longitudinal similaire aux écarts de quille décrits par Jean Baptiste Lavanha<sup>25</sup> dans son traité. L'arrière de la quille étant très détériorée, il est impossible de dire si son talon faisait partie intégrante de la partie principale ou s'il existait un troisième axe indépendant, relié au second par écart.

Les deux galbords sont cloués de part et d'autre de la quille très solidement. Afin de maintenir semble-t-il une cohésion aux deux pièces et pour faciliter le clouage des extrémités très fermées, des gournables transversales ont été enfoncées, passant par-dessus la quille. On remarque que si une seule gournable de ce type est nécessaire sur l'avant, au niveau de l'arrière, le pincement des formes est significatif entre les deux galbords grâce à la présence de trois gournables traversantes les maintenant en

---

<sup>22</sup> JOAO GACHET ALVES, Approche archéologique d'un chantier naval médiéval. La découverte des vestiges d'architecture navale de la Praça do Municipio, Lisbonne, Portugal. Mémoire de Maîtrise en Archéologie Médiévale, 2002, Université de Paris-Sorbonne I.

<sup>23</sup> MICHEL DAEFFLER, Deux exemples de conception des navires de commerce de la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, Cahiers d'archéologie subaquatique, n°11 année 1993, pp.141-158

<sup>24</sup> La contre-quille a pour but de diminuer les acculements des varangues et des fourcats et de renforcer l'écart de quille. Dans le cas de Cavalaire, cette contre-quille apparaît à l'endroit où sont placées les demi-varangues.

<sup>25</sup> JEAN BAPTISTE LAVANHA, Livro Primeiro da Arquitectura Naval, Madrid 1606-1616

position verticale. L'aspect produit ressemble fort à la curieuse quille du baleinier basque qui présentait les galbords sculptés, incorporés à la quille.

L'opération suivante consiste à placer le deuxième bordé au dessus du galbord. La deuxième virure de bordé montre un décrochement important en arrière du maître-couple. Nous avons cru au prime abord qu'il y avait eu une déformation de l'épave et que le ribord s'était légèrement affaissé mais lors du démontage des vaigres encore en place, nous nous aperçûmes que l'angle entre le ribord et le galbord était intentionnel. Afin de ne pas blesser la varangue à ce niveau, le ribord chevauchant le galbord, l'arête formée par les deux virures de bordé est recouverte de petites planchettes courbes, sculptées dans le fil du bois, épousant le décrochage observé (Fig.26). Parallèlement avant de positionner la varangue, ils taillent la face inférieure de la varangue pour s'endenter sur les planchettes. Un autre système à peu près similaire a été remarqué consistant en une pièce de bois plus grossièrement façonnée, placée à la fois sous deux varangues qui elles-mêmes sont taillées pour s'endenter dessus. Ces pratiques ont été observées uniquement aux endroits où le ribord en position horizontale, c'est-à-dire 180°, passe par-dessus le galbord. Cette méthode n'a été constatée qu'en arrière du maître-couple.

### ***L'installation des talons***

Avant de procéder à la fixation des varangues, le charpentier met en place au préalable des petits talons sur la quille (Fig. 27) dont les hauteurs varient suivant la position et la forme des varangues, préalablement cloués avant la mise en place des membrures. Ces talons jouent vraisemblablement un rôle important dans la détermination de l'acculement de la varangue. Il existe trois possibilités dans la réalisation de ces talons :

- soit en deux pièces pour une varangue, le canal des anguillers est aménagé grâce à l'espace laissé entre les deux demi-talons et la voûte que forme la varangue passant au-dessus
- soit en un seul bloc avec le découpage du canal des anguillers, la varangue plate est fixée par-dessus
- soit la varangue est sculptée de telle manière qu'elle a son propre demi talon et faute de bois suffisant on lui adjoint un deuxième talon, celui-ci indépendant.

### ***Mise en place des varangues et des genoux***

Le montage des genoux et des varangues semble s'effectuer d'une manière beaucoup plus traditionnelle. Les genoux, étant assemblés aux varangues par queue d'aronde, seraient positionnés en un seul jet à l'extérieur du navire puis chevillés avant d'être fixés sur les bordages. A noter que les fixations ne s'effectuent principalement qu'entre le galbord et les varangues sauf pour les varangues possédant un talon dissocié. Un chevillage par gournables en bois maintient en un seul bloc le dispositif varangues, talons, quille.

Dernier élément que nous allons survoler faute de temps est la partie à clin du navire. Toute une partie des œuvres-mortes a été mise au jour montrant une série d'allonges prises dans les accotars. Ces allonges taillées pour s'appliquer sur le clin sont gournablées et clouées. Les virures de clin sont, quant à elles rivetées.

Autre élément passionnant est la jonction clin, franc-bord. C'est la partie 2 qui nous a permis d'étudier ce type de technique d'assemblage (Fig.28). Au moment de la fouille, nous avons eu la chance que deux virures de clin soient encore en connexion avec le franc-bord. Nous nous aperçûmes que le genou était endenté sur la première virure de clin. Mais comme il était également endenté sur la face interne pour permettre à la serre bauquière de se positionner, nous sommes face à un système relativement fragile et demandant beaucoup de résistance au genou.

### **Conclusion**

Nous n'avons fait qu'aborder les différentes techniques de construction du navire de Cavalaire. Même maintenant, il nous révèle des surprises par son originalité évidente, par des méthodes employées, parfois très anciennes, retrouvées sur des vestiges d'embarcations vikins, par la tentative de travailler sur une technique à franc-bord pas toujours maîtrisée mais dont la conception se rattache aux valeurs décrites dans certains traités de construction. C'est un navire regorgeant de variations technologiques jamais abordées. Aussi est-il excessivement important dans l'évolution de l'architecture navale. Peut-être est-il malheureux qu'il n'ait pas pu être conservé, unique preuve d'un tournant technologique phénoménal dans l'histoire de l'homme.

Son étude n'est pas encore terminée et encore de nombreux points sont obscurs mais d'ici fin 2008 une publication archéologique transcrira la totalité des données et des découvertes archéologiques de cette épave du XVe siècle.

## **Table des illustrations** (illustrations à venir)

- Fig.1 : situation de l'épave de Cavalaire
- Fig.2 : répartition des vestiges de l'épave de Cavalaire (Delhaye/Ceramc)
- Fig.3 : Etat des vestiges pendant la prospection (Lecouric/Ceramc)
- Fig.4 : vestiges à clins disparus en 1994 (Derain/Ceramc)
- Fig.5 : vestiges à clins disparus en 1994 (Derain/Ceramc)
- Fig.6 : Plan de l'épave de Cavalaire
- Fig.7 : relevés sur calque des pièces de la partie 2 (Derain/Ceramc)
- Fig.8 : canon sur affût (Derain/Ceramc)
- Fig.9 : type de poulie découverte sur le site (Thirion/Ceramc)
- Fig.10 : Tête du safran et de la fixation de la barre manuelle (Derain/Ceramc)
- Fig.11 : détail de la 2eme partie de la barre manuelle (Derain/Ceramc)
- Fig.12 : gouvernail avec deux des parties de la barre manuelle (Delhaye/Ceramc)
- Fig.13 : situation des sondages (Delhaye/Ceramc)
- Fig.14 : détail d'un écart à queue d'aronde (Delhaye/Ceramc)
- Fig.15 : détail des modes d'assemblages par Thomas Oertling (dessins copiés dans THOMAS J. OERTLING, The Concept of the Atlantic Vessel, Proceedings International Symposium on Archaeology of medieval and modern ships of iberian-atlantic Tradition Hull remains, manuscripts and ethnographic sources : a comparative approach. Francisco Alvez, ed. Lisbonne, 1998 pp. 233-240 avec rajout du dessin de Cavalaire)
- Fig.16 : détail des fixations de virures (Derain/Ceramc)
- Fig.17 : Bordé B206 : détails de réparation et des fixations (Delhaye/Ceramc)
- Fig.18 : plan des taquets sur les membrures (Delhaye/Ceramc)
- Fig.19 : Emplacement des taquets sur les varangues (Derain/Ceramc)
- Fig.20 : cadène de haubans de l'épave de Cavalaire (Phaneuf/Ceramc)
- Fig.21 : détail de la découpe du galbord tribord (Derain/Ceramc)
- Fig.22 : dessin du galbord tribord (Delhaye/Ceramc)
- Fig.23 : hypothèse de conception du maître-couple (Loewen/Ceramc)
- Fig.24 : réduction et acculement des varangues (Loewen/Ceramc)
- Fig.25 : décrochement de la quille en arrière du maître-couple (Derain/Ceramc)
- Fig.26 : disposition des planchettes chevauchant le galbord et le ribord (Derain/Ceramc)
- Fig.27 : Emplacement des talons de varangues (Derain/Ceramc)
- Fig.28 : détail du clin en jonction avec les virures à franc-bord (Derain/Ceramc)